



การประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ กรณีศึกษาอุตสาหกรรมเส้นใยสังเคราะห์

โดย

นายวิชัย โพธิ์ศรี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรมและการจัดการ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2552

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ กรณีศึกษาอุตสาหกรรมเส้นใยสังเคราะห์

โดย
นายวิชัย โพธิ์ศรี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรมและการจัดการ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2552

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

THE ASSESSMENT OF CARBON DIOXIDE EMISSION : FIBER EXTRUSION PLANT

By

Wichai Posree

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree

MASTER OF ENGINEERING

Department of Industrial Engineering and Management

Graduate School

SILPAKORN UNIVERSITY

2009

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร อนุมัติให้วิทยานิพนธ์เรื่อง “ การประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ กรณีศึกษาอุตสาหกรรมเส้นใยสังเคราะห์ ” เสนอโดย นายวิชัย โภธิศรี เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย ชินะตั้งกูร)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
อาจารย์ ดร.นิติพงศ์ โสภณพงศ์พิพัฒน์

คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์
..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร.ฉัฐพล ศิริสว่าง)
...../...../.....

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะนันท์ เจริญสวรรค์)
...../...../.....

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.นิติพงศ์ โสภณพงศ์พิพัฒน์)
...../...../.....

50405313 : สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม

คำสำคัญ : การประเมิน/ การปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์/เส้นใยสังเคราะห์

วิจัย โพธิ์ศรี : การประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ กรณีศึกษาอุตสาหกรรมเส้นใยสังเคราะห์. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : อ.ดร.นิตพิงศ์ โสภณพงศ์พิพัฒน์. 127 หน้า.

งานวิจัยนี้ศึกษาการวิเคราะห์การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ออกมาจากกระบวนการผลิตเส้นใยสังเคราะห์สี่ชนิดที่ถูกใช้ในการผลิตพรม คือ โพลีเอสเตอร์ชนิดสั้น โพลีโพลีเอสเตอร์ชนิดสั้น โพลีโพลีเอสเตอร์ชนิดยาว และไนลอนชนิดยาว งานวิจัยทำโดยประเมินการปลดปล่อยจากการผลิตในภาวะกระบวนการผลิตดั้งเดิม แล้วประเมินศักยภาพในการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของกระบวนการผลิตโดยอาศัยการพิจารณาเลือกใช้วัสดุทดแทน และการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

ผลจากการประเมินทำให้ทราบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ ต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และทราบศักยภาพในการลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตและการใช้วัสดุทดแทน จากการวิจัยพบว่าการผลิตเส้นใยสังเคราะห์มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จำนวน 12,472,359 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี โดยมาจากการใช้วัสดุ 6,650,537 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี และมาจากการใช้พลังงาน 5,821,817 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี โดยหากพิจารณาการปลดปล่อยตามชนิดเส้นใยสังเคราะห์ พบว่า เส้นใยสังเคราะห์ไนลอนซึ่งมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด โดยมีถึง 4,623,553 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี รองลงมาคือ เส้นใยสังเคราะห์สั้นชนิดโพลีโพลีเอสเตอร์ จำนวน 3,192,127 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี ลำดับที่สามคือเส้นใยสังเคราะห์สั้นชนิดโพลีเอสเตอร์ จำนวน 2,542,081 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี และน้อยที่สุดคือเส้นใยสังเคราะห์ยาวชนิดโพลีโพลีเอสเตอร์ จำนวน 2,114,593 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี สำหรับศักยภาพในการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นั้น พบว่าสามารถลดการปลดปล่อยได้ถึง 7,185,196 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี หรือคิดเป็น 56.7 % ของการปลดปล่อยทั้งหมด ซึ่งมาจากศักยภาพด้านการใช้วัสดุรีไซเคิลโดยการเปลี่ยนไปใช้เม็ดพลาสติกชนิดรีไซเคิลทดแทนการใช้เม็ดพลาสติกชนิดสังเคราะห์ใหม่จะลดได้ 4,403,523 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี ศักยภาพด้านวัตถุดิบโดยการเลือกใช้เม็ดพลาสติกชนิดโพลีเอสเตอร์ที่มีแหล่งผลิตจากออสเตรเลียแทนยุโรปจะลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ 175,053 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี ศักยภาพด้านพลังงานโดยการเปลี่ยนแหล่งเชื้อเพลิงจากน้ำมันเตามาใช้วัสดุชีวมวล เช่น แกลบ หรือถ่านไม้ จะลดได้ 2,526,292 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี และหากลดการสูญเสียพลังงานโดยการติดตั้งฉนวนความร้อนที่เครื่องฉีดพลาสติกแล้วจะลดได้อีก 80,329 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรมและการจัดการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ปีการศึกษา 2552
ลายมือชื่อนักศึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

50405309 : MAJOR : ENGINEERING MANAGEMENT

KEY WORDS : ASSESSMENT / CARBON DIOXIDE / EMISSION / SYNTHETICS FIBER

WICHAJ POSREE : THE ASSESSMENT OF CARBON DIOXIDE EMISSION : FIBER EXTRUSION PLANT. THESIS ADVISOR : NITIPONG SOPONPONGPIPAT, Ph.D.. 127 pp.

The research shows the assessment of Carbon dioxide emission from the process of synthetics fiber extrusion which used for carpet industrial in four kind of plastics fibers, Polyethylene Terephthalate (PET) staple fiber, Polypropylene (PP) staple fiber, Polypropylene (PP) filament fiber and Nylon (PA) filament fiber. The research was done by evaluate the amount of CO₂ emission of the conventional processes. The reducible potential of CO₂ emission by means of alternative material selection and process improvement was also studied.

The evaluation result shows relationship between the amount of synthetic fiber production, carbon dioxide emission and the reducible potential of carbon dioxide emission by improving energy efficiency in production processes and the use of renewable materials. The research found that the synthetic fiber production plant emits carbon dioxide 12,472,359 KgCO₂/year which come from materials section 6,650,537 KgCO₂/year and Energy section 5,821,817 KgCO₂/year. If determined by the type of fiber, nylon filament fiber is the most carbon dioxide emit 4,623,553 kg KgCO₂/year, followed by Polypropylene staple fiber 3,192,127 kg KgCO₂/year, polyester staple fiber 2,542,081 KgCO₂/year , and Polypropylene filament fiber 2,114,593 KgCO₂/year respectively. The research found potential to reduce the carbon dioxide emission up to 7,185,196 KgCO₂/year, representing 56.7% of the total emission. These come from the potential to use recycled materials by changing the type of new synthesis plastic with replaced with recycled plastic will reduce carbon dioxide emit 6,634,504 KgCO₂/year. Materials potential by use polyester raw material from Australia which has low emission per unit than Europe source will reduce 175,053 KgCO₂/year. Potential energy sources by changing the fuel type of steam boiler fro fuel oil to biomass fuel such as chaff, wood or charcoal will reduce to 2,526,292 KgCO₂/year. And the last, reduction of loss energy by installing thermal insulation at plastic extrusion machine will reduce an additional 80,329 KgCO₂/year.

Department of Industrial Engineering and Management Graduate School, Silpakorn University Academic Year 2009

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่าน ผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณกาญจนา โพธิ์ศรี ที่คอยดูแล ให้กำลังใจและสนับสนุนการจัดทำงานวิจัยชิ้นนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร. นิติพงษ์ โสภณพงศ์พิพัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เป็นอย่างสูงที่กรุณาให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็น ถ่ายทอดความรู้ต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ต่อผู้วิจัย เป็นอย่างสูง อีกทั้งท่านยังคอยติดตามความก้าวหน้าในการทำวิจัยตลอดเวลาและยังเสียสละเวลาในการตรวจแก้วิทยานิพนธ์ด้วยความตั้งใจและเต็มใจอย่างยิ่งตลอดมา รวมทั้งขอขอบพระคุณ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะที่มีประโยชน์ยิ่งต่อการปรับปรุงแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ท้ายสุด ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ให้กำลังใจทุกคน ที่คอยดูแล ห่วงใยเป็นกำลังใจตลอดเวลา ในระหว่างทำวิทยานิพนธ์และขอขอบคุณเพื่อน ๆ ร่วมรุ่น 4 การจัดการงานวิศวกรรม ที่คอยช่วยเหลือเป็นกำลังใจให้กัน จนวิทยานิพนธ์และการศึกษาของทุกคนสำเร็จลุล่วงจนถึงวันนี้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความสำคัญและปัญหา.....	1
กรอบแนวความคิด	4
วัตถุประสงค์งานวิจัย	6
ขอบเขตงานวิจัย	6
สมมุติฐานงานวิจัย.....	6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
ปรากฏการณ์โลกร้อนและผลกระทบ	7
ปรากฏการณ์โลกร้อน.....	7
ก๊าซเรือนกระจก	8
ปรากฏการณ์เรือนกระจก	8
ผลกระทบที่เกิดขึ้นและคาดว่าจะเกิดจากปรากฏการณ์โลกร้อน	9
การปรับตัวและการบรรเทาผลกระทบ	10
พิธีสารเกียวโต.....	10
แนวทางการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์.....	17
พลังงานและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม.....	19
พลังงาน	19
ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้และผลิตพลังงาน	20
พลาสติก สารสังเคราะห์จากเชื้อเพลิงฟอสซิล.....	21
พลาสติกคืออะไร.....	21
แหล่งกำเนิดพลาสติก	23

บทที่	หน้า
พลาสติกชีวภาพ.....	25
อุตสาหกรรมการผลิตเส้นใยสังเคราะห์.....	30
เส้นใย.....	30
เส้นใยประดิษฐ์.....	30
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	33
3 การดำเนินการวิจัย.....	37
การสำรวจข้อมูลเบื้องต้นของโรงงานกรณีศึกษา.....	37
ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงาน.....	37
กระบวนการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ของโรงงานกรณีศึกษา.....	38
ศึกษาและเก็บข้อมูลปัจจัยที่มีผลต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์.....	42
พลังงานที่ใช้.....	42
วัตถุดิบที่ใช้.....	42
ทำการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณของพลังงาน / วัตถุดิบที่ใช้.....	43
การประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์.....	45
การประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงาน.....	45
การประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้วัสดุ.....	48
การหาช่วงความเชื่อมั่นของผลการประเมินปริมาณการปลดปล่อย ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์.....	49
สรุปผลและนำเสนอแนวทางในการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มี ศักยภาพเหมาะสมแก่การนำไปปฏิบัติได้.....	51
4 ผลการวิจัย.....	52
ผลการประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์.....	52
ผลการประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์รวมทั้งหมดของ การผลิตเส้นใยสังเคราะห์ของโรงงานกรณีศึกษา.....	52
เส้นใยสังเคราะห์ยวชนิดไนลอน.....	58
เส้นใยสังเคราะห์สั้นชนิดโพลีโพลี.....	60
เส้นใยสังเคราะห์สั้นชนิดโพลีเอสเทอร์.....	62
เส้นใยสังเคราะห์ยวชนิดโพลีโพลี.....	64
ศักยภาพในการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์.....	66

บทที่	หน้า
ภาคพลังงาน	66
ภาควัสดุ.....	71
ศักยภาพในการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์รวม	74
การประเมินศักยภาพในการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็น มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์.....	76
การประเมินทางเศรษฐศาสตร์กรณีเปลี่ยนเชื้อเพลิงหม้อไอน้ำจากน้ำมัน เตาเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลชนิดเกลบข้าว	78
5 สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	80
ผลการประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	80
ภาคพลังงาน	81
ภาควัสดุ.....	81
ข้อเสนอแนะ.....	82
บรรณานุกรม	84
ภาคผนวก	86
ภาคผนวก ก ผลการคำนวณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จาก การผลิตเส้นใยแต่ละชนิด.....	87
ภาคผนวก ข ปริมาณการใช้วัตถุดิบในการผลิตเส้นใย ปี พ.ศ. 2551.....	98
ภาคผนวก ค สัดส่วนการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตเส้นใยแต่ละชนิด	105
ภาคผนวก ง การคำนวณกรณีติดตั้งฉนวนความร้อน.....	114
ภาคผนวก จ การคำนวณศักยภาพในการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ กรณีใช้วัตถุดิบรีไซเคิลทดแทนเม็ดพลาสติกผลิตใหม่.....	118
ภาคผนวก ฉ รายชื่อประเทศในพิธีสารเกียวโต	122
ประวัติผู้วิจัย	127

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ศักยภาพในการทำให้โลกร้อนของก๊าซเรือนกระจก.....	14
2	วัตถุดิบอื่น ๆ ที่นำมาใช้ผลิตพลาสติก	26
3	ฝั่งพลังงานกระบวนการผลิต ขั้นตอนการลำเลียง และผสมเม็ดพลาสติก.....	45
4	การใช้พลังงานจากกระบวนการการผลิตเส้นใยสังเคราะห์สัณชนิดโพลีเอสเตอร์	45
5	ค่าพลังงานความร้อนของเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ	48
6	ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แยกตามชนิดเชื้อเพลิง.....	48
7	ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แยกตามชนิดวัสดุ.....	50
8	สรุปการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากแหล่งต่าง ๆ	59
9	การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตเม็ดพลาสติกของออสเตรเลีย และยุโรป.....	74

สารบัญญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แบบจำลองภาวะโลกร้อน.....	1
2	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย พ.ศ. 2546.....	4
3	แนวคิดการทำวิจัย.....	5
4	คำพิศปกติของอุณหภูมิเฉลี่ยที่ผิวโลกที่เพิ่มขึ้น.....	7
5	การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยกิจกรรมมนุษย์.....	9
6	แนวทางลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์.....	18
7	การจำแนกวัสดุโพลีเมอร์และการใช้งาน.....	23
8	แหล่งกำเนิดพลาสติก.....	24
9	พลาสติกชีวภาพที่ผลิตจากแป้งโดยตรง.....	27
10	ขั้นตอนการผลิต PLA และการนำกลับมาใช้ใหม่.....	29
11	ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากพลาสติก PLA.....	30
12	วัตถุดิบพลาสติกที่ได้จากน้ำมันดิบ.....	25
13	แผนผังการไหลของกระบวนการผลิต.....	33
14	โรงงานผลิตเส้นใยสังเคราะห์กรณีศึกษา.....	40
15	กระบวนการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ของโรงงานกรณีศึกษา.....	40
16	เส้นใยสังเคราะห์ในกระบวนการด้ายโดยลูกกลิ้ง.....	41
17	เส้นใยสังเคราะห์ในกระบวนการตัด.....	42
18	กระบวนการผลิตเส้นใยสังเคราะห์.....	42
19	เส้นใยสังเคราะห์ชนิดสั้น.....	43
20	เส้นใยสังเคราะห์ชนิดสั้นอัดก้อนในบรรจุภัณฑ์.....	43
21	เส้นใยสังเคราะห์ชนิดยาว.....	44
22	สัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงต่าง ๆ ของประเทศไทยปี 2550.....	47
23	แผนภาพขั้นตอนการวิจัย.....	52
24	ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามแหล่งกำเนิดจากการผลิต เส้นใยสังเคราะห์ของโรงงาน.....	54
25	สัดส่วนการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามแหล่งกำเนิดจากการผลิต เส้นใยสังเคราะห์ของโรงงาน.....	55
26	ปริมาณการปลดปล่อยจากการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ของโรงงาน.....	55

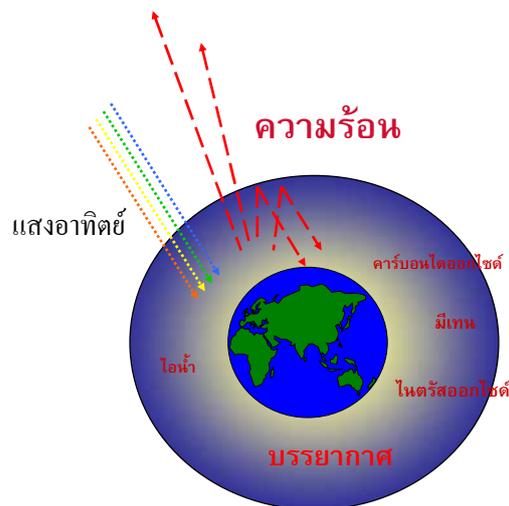
ภาพที่		หน้า
27	ปริมาณการผลิตเทียบกับกำลังการผลิตสูงสุดของเส้นใยแต่ละประเภท	56
28	สัดส่วนการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อผลิตภัณฑ์จากการผลิต เส้นใยสังเคราะห์แต่ละชนิด	59
29	การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตเส้นใยยาวในลอน	60
30	สัดส่วนการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานในการผลิต เส้นใยยาวในลอน	61
31	การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตเส้นใยสั้นโพลีโพลีลิน	62
32	สัดส่วนการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานในการผลิต เส้นใยสั้นโพลีโพลีลิน	63
33	การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตเส้นใยสั้นโพลีเอสเตอร์	64
34	สัดส่วนการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานในการผลิต	65
35	การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตเส้นใยยาวโพลีโพลีลิน	66
36	สัดส่วนการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานในการผลิต เส้นใยยาวโพลีโพลีลิน	67
37	ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตไอน้ำ เพื่อใช้ในกระบวนการผลิตโดยใช้เชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ	69
38	หม้อไอน้ำที่ถูกออกแบบให้ใช้เชื้อเพลิงชีวมวล	71
39	หม้อไอน้ำที่ใช้เชื้อเพลิงน้ำมันเตา	72
40	เครื่องอัดหลอมเหลวพลาสติกที่ยังไม่ได้หุ้มฉนวนความร้อน	73
41	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลงจากการใช้เม็ดพลาสติกรีไซเคิลทดแทน เม็ดพลาสติกสังเคราะห์ใหม่ในการใช้วัตถุดิบต่าง ๆ	75
42	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลงจากศักยภาพต่าง ๆ	77
43	สัดส่วนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลงจากศักยภาพด้านต่าง ๆ	78

บทที่ 1

บทนำ

1. ความสำคัญและปัญหา

ในปัจจุบันเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบ่อยขึ้นเนื่องจากสภาพภูมิอากาศกำลังเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงสภาวะอากาศอันเป็นผลจากกิจกรรมของมนุษย์ที่เปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของบรรยากาศโลกโดยทั้งทางตรงและโดยอ้อม อันทำให้เกิดการเพิ่มเติมจากความแปรปรวนของสภาวะอากาศตามธรรมชาติที่สังเกตได้ในช่วงระยะเวลาเดียวกัน ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณน้ำฝน ฤดูกาล ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิตที่จะต้องปรับตัวให้เข้ากับสภาพภูมิอากาศในบริเวณที่สิ่งมีชีวิตนั้นอาศัยอยู่ โดยการเผาผลาญเชื้อเพลิงฟอสซิล ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานสำคัญในการพัฒนาอุตสาหกรรมในช่วง 100 ปีที่ผ่านมา เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas) ในบรรยากาศเพิ่มขึ้น ก่อให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse Effect) หรือภาวะโลกร้อน (Global Warming) ดังแบบจำลองการเกิดภาวะโลกร้อนในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แบบจำลองภาวะโลกร้อน

ภาวะโลกร้อนนี้มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิต เนื่องจากอุณหภูมิโดยรวมสูงขึ้น ทำให้ฤดูกาลต่างๆ เปลี่ยนแปลงไป สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไปได้ก็จะค่อยๆ ตายลงและอาจสูญพันธุ์ไปในที่สุด สำหรับผลกระทบต่อมนุษย์นั้น อุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นอาจทำให้บางพื้นที่กลายเป็นทะเลทราย ประชาชนขาดแคลนอาหารและน้ำดื่ม บางพื้นที่ประสบปัญหาน้ำท่วมหนัก เนื่องจากฝนตกรุนแรงขึ้น น้ำแข็งขั้วโลกและบนยอดเขาสูง ละลาย ทำให้ปริมาณน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น พื้นที่ชายฝั่งทะเลได้รับผลกระทบโดยตรง อาจทำให้บางพื้นที่จมน้ำไปอย่างถาวร ดังนั้น ปัญหาด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจึงเป็นปัญหาสำคัญที่มวลมนุษยชาติต้องร่วมมือกันป้องกัน และเสริมสร้างความสามารถในการรองรับการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้น โดยต้องมีส่วนร่วมกันในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกและมีความเป็นรูปธรรมในการกระทำ

ดังนั้นพิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol) จึงเกิดขึ้น โดยมีจุดเริ่มต้นจากการประชุมสุดยอดของโลกในปี พ.ศ.2535 ที่ นครริโอ เดอ เจนาโร ประเทศบราซิล ซึ่งถือเป็นจุดเริ่มแรกของแนวคิดป้องกันภาวะโลกร้อนในระดับนานาชาติ และเป็นจุดกำเนิดของอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วย การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของสหประชาชาติ (United Nations Framework Convention on Climate Change : UNFCCC) ซึ่งเป็นอนุสัญญาฯ ที่ได้รับรองที่นครนิวยอร์ก ประเทศสหรัฐอเมริกา เมื่อวันที่ 9 พฤษภาคม พ.ศ.2535

โดยที่หลังจากอนุสัญญาฯ มีผลบังคับใช้แล้ว จะต้องมีการประชุมสมัชชาประเทศภาคีอนุสัญญา (Conference of the Parties : COP) ขึ้นทุกปี ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ประเทศภาคีสมาชิกร่วมกันรักษาความเข้มข้นของปริมาณก๊าซเรือนกระจก ในชั้นบรรยากาศให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัย เพื่อให้ระบบนิเวศธรรมชาติสามารถปรับตัวได้ และเพื่อเป็นการประกันว่าจะไม่มีผลกระทบต่อความมั่นคงทางอาหารและการพัฒนาเศรษฐกิจที่ยั่งยืน และเพื่อที่จะดูเป้าหมายของการแก้ไขปัญหาภาวะโลกร้อน แต่ยังไม่ได้กำหนดระดับหรือปริมาณก๊าซที่จะรักษาปริมาณไว้เป็นตัวเลขที่แน่นอน

พิธีสารเกียวโตนั้นแบ่งประเทศภาคีสมาชิกเป็นกลุ่มประเทศต่าง ๆ 3 กลุ่ม คือ

1. ประเทศในภาคผนวกที่ 1 (Annex I Countries) หมายถึง กลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้ว (Developed Country) ในกลุ่ม Organization for Economic Co-operation and Development: OECD) และประเทศในกลุ่มยุโรปกลาง ยุโรปตะวันออก และ ประเทศรัสเซีย ที่เรียกว่า "กลุ่มประเทศกำลังเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจ เป็นระบบตลาดเสรี" หรือ EIT (Economic in

Transition) ซึ่งมีพันธกรณี ในการจำกัด และการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกให้อยู่ในระดับเดียวกับปี พ.ศ.2533

2. ประเทศในภาคผนวกที่ 2 (Annex II Countries) หมายถึง กลุ่มประเทศ OECD ที่เป็นสมาชิกภาคผนวกที่ 1 ซึ่งมีพันธะพิเศษในการกระจายเงินทุนเพื่อช่วยประเทศที่กำลังพัฒนา ในการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศด้านการถ่ายทอด เทคโนโลยี และวิธีการปฏิบัติ

3. ประเทศนอกภาคผนวกที่ 1 (Non-Annex I) หมายถึง ประเทศที่กำลังพัฒนา (Developing Country)

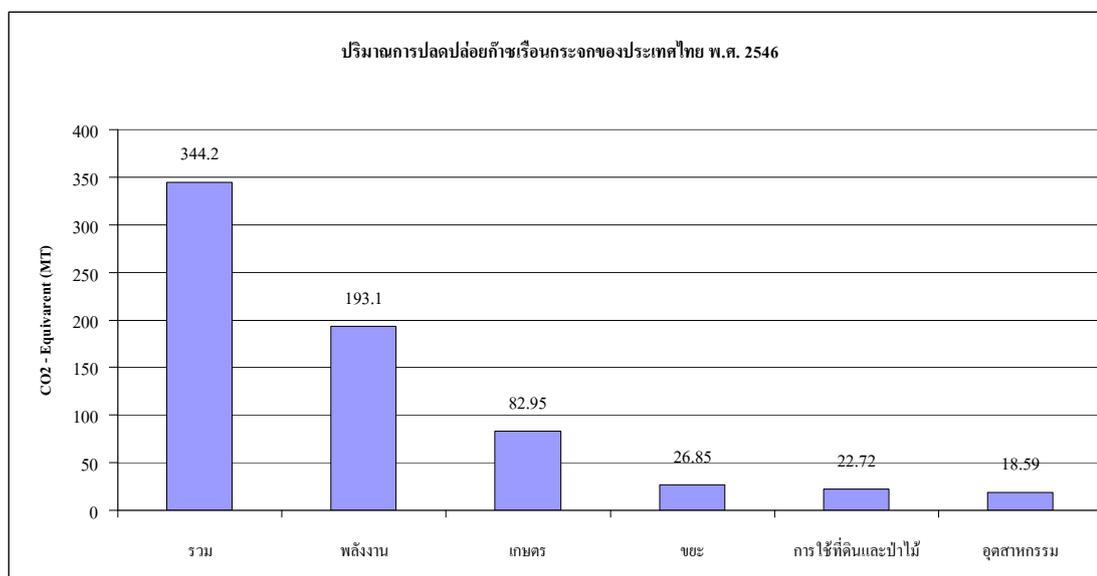
โดยประเทศในกลุ่มภาคผนวกที่ 1 จะต้องจัดทำนโยบายและมาตรการในการลดก๊าซเรือนกระจกภายในประเทศ ซึ่งรวมถึงการเพิ่มการดูดซับก๊าซเรือนกระจก และ เสริมด้วยกลไกอื่น ๆ และเพื่อให้ได้มาซึ่งเครดิตที่มีต้นทุนถูกกว่าการลดก๊าซ เรือนกระจกภายในประเทศผ่านกลไกของพิธีสารเกียวโตอันได้แก่ การซื้อขายก๊าซเรือนกระจก (Emission Trading: ET) การดำเนินการร่วม (Joint Implementation: JI) และกลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism: CDM)

จากสภาพการปัจจุบันประเทศไทย ได้เข้าร่วมลงนามในพิธีสารเกียวโตด้วย ดังนั้น ผลจากการร่วมลงนามทำให้ประเทศไทยต้องหามาตรการในการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้ได้อย่างน้อยที่สุด 5% ของปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยในปี 2533

จากข้อมูลปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของไทยพ.ศ. 2546 ดังแสดงในภาพที่ 2 นั้น ส่วนที่มีมากที่สุดมาจากภาคพลังงาน ดังนั้นแนวทางที่ทุกอุตสาหกรรมจะสามารถมีส่วนร่วมกันในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก คือ การอนุรักษ์การใช้พลังงาน การพัฒนาประสิทธิภาพการผลิต และการลดปริมาณของเสีย ซึ่งโรงงานส่วนมากมีการดำเนินการในกิจกรรมดังกล่าวอยู่แล้ว แต่ไม่มีการประเมินผลว่าสามารถลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้เท่าใด

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงเลือกกระบวนการคิดเส้นใยสังเคราะห์มาเป็นต้นแบบเพื่อทำการศึกษา หาวว่า เมื่อมีกิจกรรมด้านต่าง ๆ ซึ่งมักจะเน้นไปในด้านที่ส่งผลให้มีความสามารถในการแข่งขันกับคู่แข่งได้ในการตลาดซึ่งทำให้เกิดผลผลิต ต้นทุน คุณภาพ ประสิทธิภาพ และการส่งมอบที่ดินนั้น เมื่อประเมินเป็นการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลง ซึ่งสามารถช่วยให้เกิดประโยชน์ต่อส่วนรวม และแก่โลกนั้น เห็นผลได้ชัดเจนเพียงใด และหากทุกโรงงาน

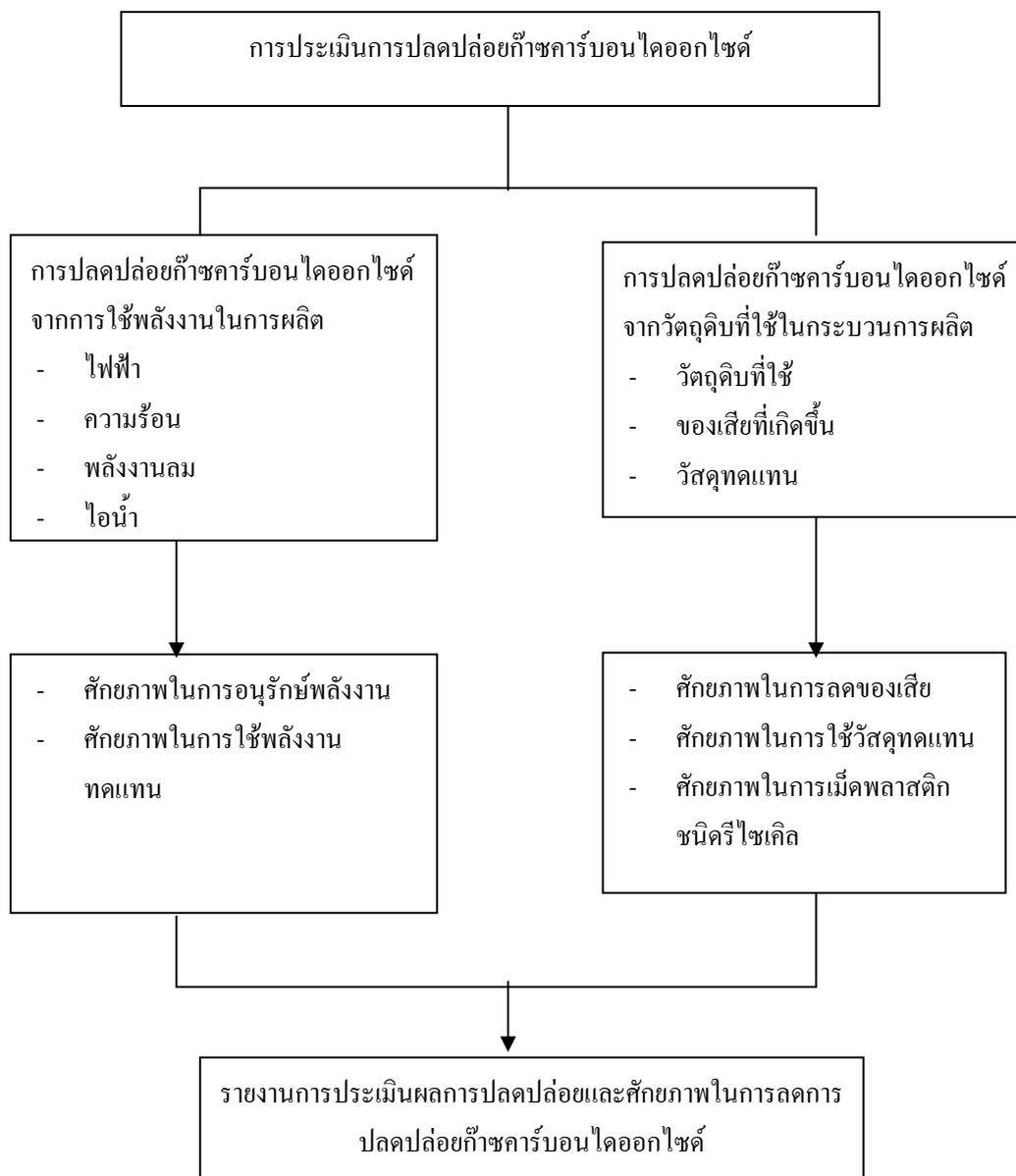
สามารถประเมินผลการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของตนเองได้ ก็สามารถทำให้ประเทศไทยเป็นประเทศที่ปฏิบัติตามพิธีสารเกียวโตได้ตามที่ได้ตั้งเป้าไว้



ภาพที่ 2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย พ.ศ. 2546

2. กรอบแนวความคิด

การประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นั้น จะพิจารณาจากหลักเกณฑ์ของพลังงานที่ใช้ในการผลิต ซึ่งประกอบไปด้วยพลังงานไฟฟ้า ความร้อน ไอน้ำ และพลังงานลม ซึ่งพลังงานที่ใช้เหล่านี้ ก่อนที่จะนำมาผลิตก็ต้องมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไป อีกหลักเกณฑ์หนึ่งที่ใช้ในการประเมินคือ วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต ซึ่งจะพิจารณาว่าวัตถุดิบที่ใช้มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทั้งในแง่ของของเสีย และมลภาวะอื่น ๆ ด้วย



ภาพที่ 3 แนวคิดการทำวิจัย

การประเมินจะอ้างอิงกระบวนการผลิตในปัจจุบัน เพื่อให้ทราบสถานะการปลดปล่อยในปัจจุบัน หลังจากนั้น จะพิจารณาแนวทางในการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ดังกล่าว อาทิ การอนุรักษ์พลังงาน การใช้พลังงานทดแทน การลดของเสีย หรืออื่น ๆ ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้ จะนำไปศึกษาความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ในการปฏิบัติเพื่อนำเสนอออกมาเป็นรายงานต่อไป โดยสามารถสรุปกรอบแนวคิดการวิจัยได้ดังภาพที่ 3

3. วัตถุประสงค์งานวิจัย

1. เพื่อศึกษาการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากกระบวนการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ในสภาวะดั้งเดิม
2. เพื่อประเมินศักยภาพในการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้จากการปรับปรุงกระบวนการหลักของโรงงาน

4. ขอบเขตงานวิจัย

1. ทำการศึกษาโรงงานผลิตเส้นใย โดยศึกษาการผลิตการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ของโรงงานกรณีศึกษา ซึ่งทำการผลิตเส้นใยสังเคราะห์เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตพรม
2. ศึกษาถึงอิทธิพลของการใช้พลังงาน และวัตถุดิบตั้งต้นของการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ อาทิ เม็ดพลาสติก เม็ดสี น้ำมันเคลือบผิวเส้นใยสังเคราะห์ ที่มีต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

5. สมมุติฐานงานวิจัย

โรงงานผลิตเส้นใยมีกระบวนการหลายส่วนที่มีศักยภาพในการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ ทั้งในแง่ของการเลือกใช้วัตถุดิบ และการลดการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต

6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

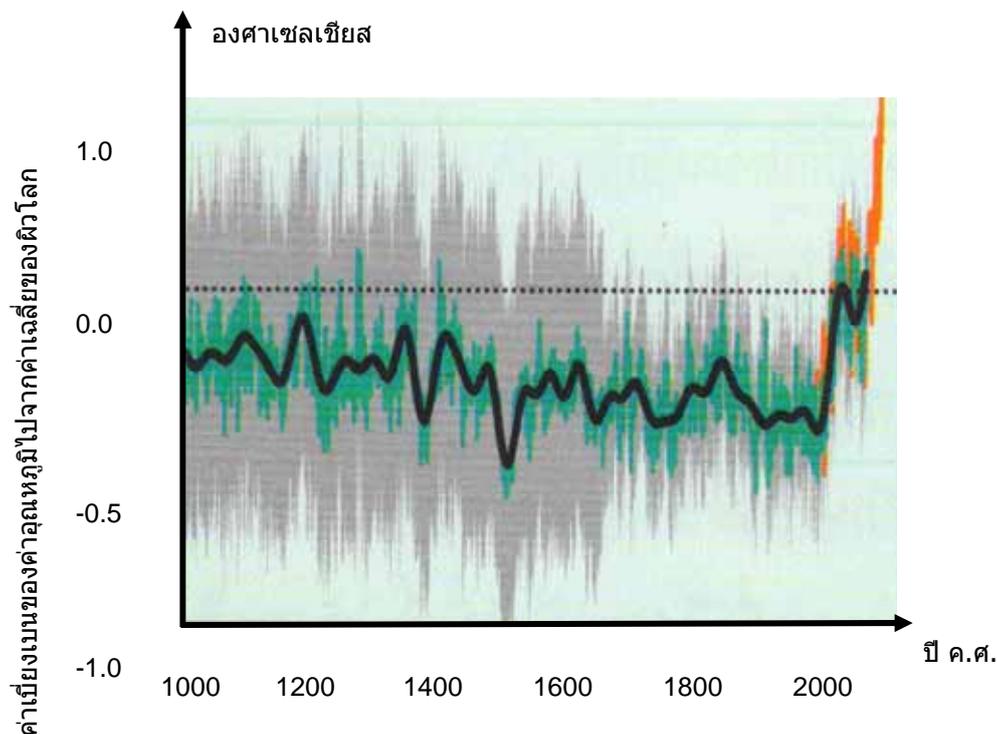
สามารถทราบปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากกระบวนการผลิตได้ และทราบว่าเมื่อดำเนินการตามข้อเสนอแนะของผู้วิจัยแล้ว นอกจากจะสามารถเพิ่มความสามารถในการแข่งขันกับคู่แข่งทางธุรกิจแล้ว การกระทำดังกล่าว ยังมีศักยภาพในการลดโลกร้อนได้ โดยการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ นอกจากนั้นยังมีแนวทางในการดำเนินการจัดกิจกรรมเพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้อีกด้วย

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ปรากฏการณ์โลกร้อนและผลกระทบ

1.1 ปรากฏการณ์โลกร้อน

ปรากฏการณ์โลกร้อน (Global warming) หมายถึง การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศใกล้พื้นผิวโลกและน้ำในมหาสมุทร จากภาพที่ 4 พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในช่วง 100 ปีที่ผ่านมา ซึ่งสาเหตุที่ของการเกิดปรากฏการณ์โลกร้อนนั้นมีสาเหตุมาจากการเพิ่มความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นโดยกิจกรรมของมนุษย์



ภาพที่ 4 ค่าผิดปกติของอุณหภูมิเฉลี่ยที่ผิวโลกที่เพิ่มขึ้น

ที่มา : บัณฑิต ฟูงธรรมสารและคณะ, ทางเลือกพลังงานเพื่อดับโลกร้อน (กรุงเทพมหานคร : ม.ป.ท., 2550), 13.

1.2 ก๊าซเรือนกระจก

ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gases) คือก๊าซที่มีอยู่ในบรรยากาศที่ทำให้การสูญเสียความร้อนสู่ห้วงอวกาศลดลง จึงมีผลต่ออุณหภูมิในบรรยากาศผ่านปรากฏการณ์เรือนกระจก ก๊าซเรือนกระจก มีความจำเป็นและมีความสำคัญต่อการรักษาระดับอุณหภูมิของโลก หากปราศจากก๊าซเรือนกระจก โลกจะหนาวเย็นจนสิ่งมีชีวิตอยู่อาศัยไม่ได้ แต่การมีก๊าซเรือนกระจกมากเกินไปก็เป็นเหตุให้อุณหภูมิสูงขึ้นถึงระดับเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต ก๊าซเรือนกระจกมีทั้งเกิดเองตามธรรมชาติและจากกิจกรรมของมนุษย์

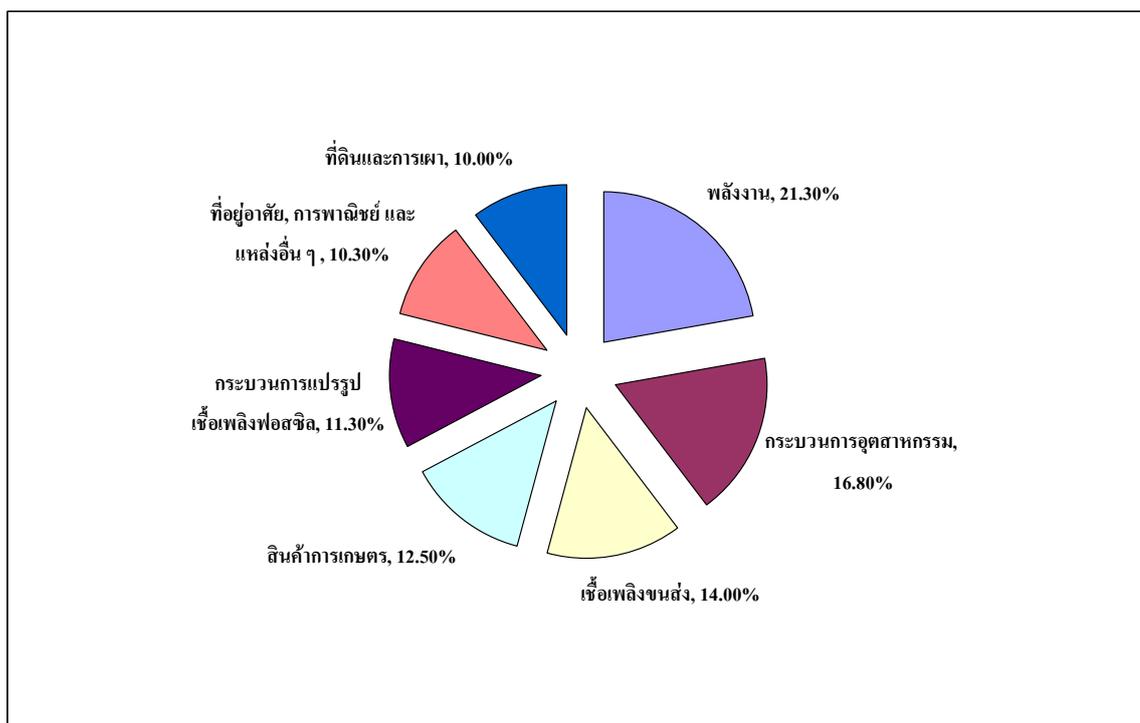
1.3 ปรากฏการณ์เรือนกระจก

เมื่อแสงอาทิตย์ส่องถึงผิวโลก บางส่วนจะถูกดูดกลืนไว้ และทำให้ผิวพื้นโลกอุ่นขึ้น เนื่องจากผิวโลกเย็นกว่าผิวดวงอาทิตย์มาก มันจึงแผ่กระจายพลังงานที่มีช่วงคลื่นยาวกว่าดวงอาทิตย์ โดยมีช่วงความยาวมากที่สุดที่อินฟราเรดหรือที่ประมาณ $10\mu\text{m}$. บรรยากาศจะดูดกลืนช่วงคลื่นที่ยาวกว่าได้ดีกว่าแสงช่วงคลื่นสั้นของแสงอาทิตย์ การดูดกลืนพลังงานช่วงคลื่นยาวนี้เองที่ทำให้บรรยากาศร้อนขึ้น ในขณะที่เดียวกันบรรยากาศก็ได้รับความร้อนจากถ่ายโอนของความร้อนสัมผัส และความร้อนแฝงที่พื้นผิวโลกด้วย แก๊สเรือนกระจกยังปล่อยรังสีคลื่นยาวทั้งขึ้นสู่ห้วงอวกาศและปล่อยลงสู่พื้นผิวโลก ส่วนรังสีคลื่นยาวที่ปล่อยลงโดยบรรยากาศนี้เรียกว่า “ปรากฏการณ์เรือนกระจก”

ก๊าซเรือนกระจกเกือบทั้งหมดมีที่มาจากทั้งธรรมชาติ และเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ในระหว่างยุคโฮโลซีน (Holocene) ซึ่งเป็นยุคก่อนอุตสาหกรรม การสะสมของก๊าซต่างๆ ในบรรยากาศค่อนข้างอยู่ตัว นับตั้งแต่ยุคการปฏิวัติอุตสาหกรรมเป็นต้นมา การสะสมของก๊าซบางชนิดเพิ่มปริมาณขึ้น โดยมาจากกิจกรรมของมนุษย์มากกว่าการเกิดตามธรรมชาติ

1.3.1 ก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมมนุษย์

การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยกิจกรรมมนุษย์นั้นแสดงในภาพที่ 5 โดยการปลดปล่อยมากที่สุดจะเกิดจากการสร้างพลังงานเพื่อนำไปใช้ในกิจกรรมการดำเนินชีวิต เป็นส่วนใหญ่ โดยมีการใช้ในกระบวนการอุตสาหกรรม และการใช้จากเชื้อเพลิงในการขนส่งเป็นลำดับถัดมา



ภาพที่ 5 การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยกิจกรรมมนุษย์

1.4 ผลกระทบที่เกิดขึ้นและคาดว่าจะเกิดจากปรากฏการณ์โลกร้อน (บัณฑิต คงอินทร์ 2550:45)

แม้การเชื่อมโยงสภาวะภูมิอากาศแบบจำเพาะบางอย่างเข้ากับปรากฏการณ์โลกร้อน จะทำได้ยาก แต่อุณหภูมิโดยรวมของโลกที่เพิ่มขึ้นอาจเป็นเหตุให้เกิดผลกระทบในวงกว้าง ซึ่งรวมถึงการถดถอยของธารน้ำแข็ง (Glacial Retreat) การลดขนาดของหิมะเกาะอาร์กติก (Arctic Shrinkage) และระดับน้ำทะเลของโลกสูงขึ้น การเปลี่ยนแปลงของหยาดน้ำฟ้าทั้งปริมาณและรูปแบบอาจทำให้เกิดน้ำท่วมและความแห้งแล้ง นอกจากนี้ยังเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งความถี่และความรุนแรงของลมฟ้าอากาศสุดโต่ง (Extreme Weather) ที่เกิดบ่อยครั้งขึ้น ผลแบบอื่นๆ ก็ยังมีอีก เช่น การเปลี่ยนแปลงปริมาณผลิตผลทางเกษตร การเปลี่ยนแปลงของร่องน้ำ การลดปริมาณน้ำลำธารในฤดูร้อน การสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตบางชนิดและการเพิ่มของพายุไต้ฝุ่น

ผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นอีก ได้แก่ การเพิ่มระดับน้ำทะเลจาก 110 มิลลิเมตร เป็น 770 มิลลิเมตร ระหว่างช่วงปี พ.ศ. 2533 ถึง พ.ศ. 2643 ผลกระทบต่อเกษตรกรรมที่เพิ่มมากขึ้น การหมุนเวียนกระแสที่ช้าลงหรืออาจหยุดลง การลดลงของชั้นโอโซน การเกิดพายุเฮอริเคนและเหตุการณ์ลมฟ้าอากาศที่รุนแรงมากขึ้น ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำทะเลลดลง และการแพร่ระบาดของโรคต่างๆ เช่น มาลาเรียและไข้เลือดออก จากการศึกษาชิ้นหนึ่งทำนายว่าจะมี

สัตว์ และพืชจากตัวอย่าง 1,103 ชนิดสูญพันธุ์ไประหว่าง 18% ถึง 35% ภายใน พ.ศ. 2593 ตามผลการคาดคะเนภูมิอากาศ อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาอย่างเป็นทางการเกี่ยวกับสูญพันธุ์อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในช่วงที่ผ่านมาขี้น้อยมาก และหนึ่งในงานวิจัยเหล่านี้ระบุว่าอัตราการสูญพันธุ์ที่คาดการณ์กันไว้ี้ยังมีวามไม่แน่นอนสูง

1.5 การปรับตัวและการบรรเทาผลกระทบ

การที่นักวิทยาศาสตร์ด้านภูมิอากาศเห็นพ้องต้องกันว่าอุณหภูมิของโลกจะร้อนขึ้นอย่างต่อเนื่อง มีผลทำให้ชาติต่างๆ บริษัทและบุคคลต่างๆ จำนวนมากเริ่มลงมือปฏิบัติเพื่อหยุดการร้อนขึ้นของโลกหรือหาวิธีแก้ไขอย่างจริงจัง นักสิ่งแวดล้อมหลายกลุ่มสนับสนุนให้มีการปฏิบัติการต่อสู้กับปรากฏการณ์โลกร้อน มีหลายกลุ่มที่ทำโดยผู้บริโค รวมทั้งชุมชนและองค์การในภูมิภาคต่างๆ มีการแนะนำว่าให้มีการกำหนดโควตาการผลิตเชื้อเพลิงฟอสซิล โดยอ้างว่าการผลิตมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ในภาคธุรกิจก็มีแผนปฏิบัติการเพื่อตอบสนองภาวะการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศด้วยเช่นกัน ซึ่งรวมถึงความพยายามเพิ่มประสิทธิภาพด้านพลังงานและการมุ่งใช้พลังงานทางเลือก นวัตกรรมสำคัญชิ้นหนึ่งได้แก่การพัฒนาาระบบการซื้อขายแลกเปลี่ยนคาร์บอนเครดิต (Emissions trading) โดยบริษัทกับรัฐบาลร่วมกันทำความตกลงเพื่อลดหรือเลิกการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้อยู่ในจำนวนที่กำหนดหรือมีเงินนั้นก็ใช้วิธี “ซื้อเครดิต” จากบริษัทอื่นที่ปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำกว่าปริมาณกำหนด

ข้อตกลงแรกๆ ของโลกว่าด้วยการต่อสู้เพื่อลดก๊าซเรือนกระจกคือ “พิธีสารเกียวโต” ซึ่งเป็นการแก้ไข “กรอบงานการประชุมใหญ่ของสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ” (UNFCCC) ซึ่งเจรจาต่อรองและตกลงกันเมื่อ พ.ศ. 2540 ปัจจุบันพิธีสารดังกล่าวครอบคลุมประเทศต่างๆ ทั่วโลกมากกว่า 160 ประเทศและรวมปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากกว่า 65% ของทั้งโลก มีเพียงสหรัฐอเมริกาและคาซัคสถานสองประเทศที่ยังไม่ให้สัตยาบัน สหรัฐอเมริกาเป็นประเทศที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดในโลก สนธิสัญญานี้จะหมดอายุในปี พ.ศ. 2555 และได้มีการเจรจาระหว่างชาติที่เริ่มเมื่อเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2550 เพื่อร่างสนธิสัญญาในอนาคตเพื่อใช้แทนฉบับปัจจุบัน

1.6 พิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol) (บัญญัติ คงอินทร์ 2550 :47)

พิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol) มีจุดเริ่มต้นจากการประชุมสุดยอดของโลกในปี พ.ศ.2535 ที่นครริโอ เดอ เจนาโรประเทศบราซิลซึ่งถือเป็นจุดเริ่มแรกของแนวคิดป้องกันภาวะโลกร้อนในระดับนานาชาติ และเป็นจุดกำเนิดของอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของสหประชาชาติ (United Nations Framework Convention on Climate Change :

UNFCCC) ซึ่งเป็นอนุสัญญาฯ ที่ได้รับรองที่ นครนิวยอร์ก ประเทศสหรัฐอเมริกา เมื่อวันที่ 9 พฤษภาคม พ.ศ.2535 โดยที่หลังจากอนุสัญญาฯ มีผลบังคับใช้แล้ว จะต้องมีการประชุมสมัชชาประเทศภาคีอนุสัญญาฯ (Conference of the Parties : COP) ขึ้นทุกปี ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ประเทศภาคีสมาชิกร่วมกันรักษาความเข้มข้นของปริมาณก๊าซเรือนกระจก ในชั้นบรรยากาศให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัย เพื่อให้ระบบนิเวศธรรมชาติสามารถปรับตัวได้ และเพื่อเป็นการประกันว่าจะไม่มีผลกระทบต่อความมั่นคงทางอาหารและการพัฒนาเศรษฐกิจที่ยั่งยืน แต่ยังไม่ได้กำหนดระดับหรือปริมาณก๊าซที่จะรักษาปริมาณไว้เป็นตัวเลขที่แน่นอน และเพื่อบรรลุเป้าหมายของการแก้ไขปัญหามภาวะโลกร้อน โดยแบ่งประเทศภาคีสมาชิกเป็นกลุ่มประเทศต่าง ๆ 3 กลุ่ม คือ

1. ประเทศในภาคผนวกที่ 1 (Annex I Countries) หมายถึง กลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้วในกลุ่ม Organization for Economic Co-operation and Development : OECD และประเทศในกลุ่มยุโรปกลาง ยุโรปตะวันออก และ ประเทศรัสเซีย ที่เรียกว่า "กลุ่มประเทศกำลังเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจ เป็นระบบตลาดเสรี" หรือ EIT (Economic in Transition) ซึ่งมีพันธกรณี ในการจำกัด และการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกให้อยู่ในระดับเดียวกับปี พ.ศ.2533

2. ประเทศในภาคผนวกที่ 2 (Annex II Countries) หมายถึง กลุ่มประเทศ OECD ที่เป็นสมาชิกภาคผนวกที่ 1 ซึ่งมีพันธะพิเศษในการกระจายเงินทุนเพื่อช่วยประเทศที่กำลังพัฒนาในการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศด้านการถ่ายทอด เทคโนโลยี และวิธีการปฏิบัติ

3. ประเทศนอกภาคผนวกที่ 1 (Non-Annex I) หมายถึง ประเทศที่กำลังพัฒนา (Developing Country) ทั้งหมดไม่มีพันธกรณีในการลดก๊าซเรือนกระจก มีทั้งสิ้น 150 ประเทศ

1.6.1 หลักการของพิธีสารเกียวโต มี 4 หลักการนี้ดังนี้

1.6.1.1 หลักการป้องกันไว้ก่อน ภายใต้หลักการป้องกันไว้ก่อนนั้น กิจกรรมที่มีโอกาสจะก่อให้เกิดอันตราย ต่อสภาพภูมิอากาศจะต้องมีการจำกัดหรือห้ามดำเนินการ ถึงแม้จะยังพิสูจน์ไม่ได้ อย่างชัดเจนว่าเป็นสาเหตุดังกล่าวก็ตาม เนื่องจากหากรอให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนเทคนิคการวิเคราะห์พัฒนาที่จะทำให้พิสูจน์ได้อย่างชัดเจนแล้ว ผลกระทบ ที่อาจเกิดขึ้นอาจจะสาหัสเกินกว่าที่จะแก้ไขได้ หลักการนี้จึงให้โอกาสในการควบคุม กิจกรรมที่มีความเสี่ยงอย่างนั้นๆ เช่น การกำหนดให้มีการลดปริมาณ ก๊าซเรือนกระจกให้อยู่ในระดับการปล่อย ณ ปี พ.ศ.2533 ให้ได้ภายในปี พ.ศ.2543

1.6.1.2 หลักการความรับผิดชอบร่วมกันในระดับที่แตกต่างกัน ทุกประเทศภาคีอนุสัญญาฯ มีพันธกรณีในการดำเนินการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยอนุสัญญาฯ แบ่งประเทศภาคีต่าง ๆ ออกเป็น สองกลุ่มใหญ่ คือ ประเทศในภาคผนวกที่ 1 และประเทศนอกภาคผนวกที่ 1

1.6.1.3 หลักการสื่อสารด้านข้อมูลข่าวสาร ประเทศภาคีอนุสัญญาฯ ต้องแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารการดำเนินการ ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีความโปร่งใส ภายใต้ข้อตกลงที่ว่าต้องมี การจัดทำ รายงานแห่งชาติภายใต้อนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลง สภาพภูมิอากาศ (National Communication under United Nations Framework Convention on Climate Change : UNFCCC) ซึ่งมีเงื่อนไขในเรื่องของ ความสมบูรณ์ของเนื้อหา และระยะเวลาที่แตกต่างกันระหว่างประเทศในภาคผนวก ที่ 1 และประเทศนอกภาคผนวกที่ 1

1.6.1.4 หลักการให้ความช่วยเหลือกลุ่มผู้ด้อยกว่า เนื่องจากประเทศที่ กำลังพัฒนามีโอกาสเสี่ยงต่อผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสูง ดังนั้นหลักการนี้ ต้องการให้ประเทศพัฒนาแล้วให้ความช่วยเหลือ สนับสนุน ให้ความสะดวก สร้างสภาพแวดล้อมที่ ดี ทั้งทางด้านการเงิน และ เทคโนโลยีกับประเทศกำลังพัฒนา และความช่วยเหลือนี้ต้องเป็นส่วน เพิ่มเติมจาก ความช่วยเหลือระหว่างประเทศที่ให้อยู่เดิม ปัจจุบัน อนุสัญญาฯ ได้ใช้กองทุน สิ่งแวดล้อมโลกเป็นกลไกหนึ่งในการสนับสนุนประเทศกำลังพัฒนาในการดำเนินการด้านการ เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และกำหนดให้ประเทศพัฒนาแล้วดำเนินนโยบายถ่ายทอดเทคโนโลยี ที่สะอาดให้กับประเทศกำลังพัฒนา

ประเทศไทยได้ลงนามในอนุสัญญาฯ เมื่อวันที่ 12 มิถุนายน พ.ศ.2535 และให้สัตยาบันเมื่อวันที่ 22 ธันวาคม พ.ศ.2537 โดยมีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 28 มีนาคม พ.ศ.2538

พิธีสารเกียวโตจะกำหนดกรอบในการดำเนินการ เพื่อรักษาระดับ ความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกภายในปี พ.ศ.2543 ต่างจาก “พิธีสารมอนทรีออล (Montreal Protocol)” ที่ว่าด้วยสารที่ทำลายชั้น โอโซนที่รับรองที่มอนทรีออล ประเทศแคนาดาเมื่อวันที่ 16 กันยายน พ.ศ.2530

ประวัติของพิธีสารเกียวโตนั้นเริ่มต้นจากการประชุมสมัชชาประเทศภาคี อนุสัญญา (Conference of the Parties : COP) ที่ได้จัดขึ้นสมัยแรกที่ กรุงเบอร์ลินประเทศเยอรมนี ระหว่างวันที่ 28 มีนาคม - 7 เมษายน พ.ศ.2538 โดยประเทศภาคีสมาชิกได้เล็งเห็นถึงความจำเป็น ในการกำหนดพันธกรณีภายหลัง ปี พ.ศ.2543 และได้ตกลงในข้อบังคับที่มอบหมายกันไว้ที่กรุง เบอร์ลิน เพื่อเป็นจุดเริ่มต้นในการเจรจา และภายใต้ข้อตกลงนี้ ได้มีการจัดตั้งกลุ่มเพื่อวัตถุประสงค์ เฉพาะตามข้อบังคับ ที่มอบหมายกันไว้ที่กรุงเบอร์ลิน (Ad Hoc Group on the Berlin Mandate : AGBM) เพื่อทำหน้าที่ในการบรรลุถึงข้อตกลงดังกล่าว AGBM ได้จัดประชุมขึ้นทั้งสิ้น 8 ครั้ง ระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ.2538 และเดือนธันวาคม พ.ศ.2540 และในการประชุมครั้งที่ 4 ของ AGBM ซึ่งตรงกับการประชุมสมัชชาฯ สมัยที่ 2 ณ กรุงเจนีวา ประเทศสวิตเซอร์แลนด์พอดี ได้มี การตกลง ในหลักการสำคัญของพิธีสาร และยกเว้นเป็น “ประกาศกรุงเจนีวา” และในการประชุม

ของ AGBM ครั้งต่อมาได้ร่างเนื้อหาของพิธีสาร โดยมีแนวทางตามข้อเสนอของสหภาพยุโรป ให้มีการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 3 ชนิด ให้ได้ร้อยละ 15 ภายในปี พ.ศ.2553 เมื่อเทียบกับปี พ.ศ.2533 แต่สถานการณ์ได้เปลี่ยนแปลงไปเมื่อประธานาธิบดี บิล คลินตัน ได้ออกมาเรียกร้องให้ประเทศกำลังพัฒนาเข้ามามีส่วนร่วมในการลด ก๊าซเรือนกระจกแต่กลุ่มประเทศ G77 (Group of Seventy-Seven หมายถึง กลุ่มประเทศกำลังพัฒนาที่เป็นสมาชิกสหประชาชาติจำนวน 77 ประเทศ ซึ่งริเริ่มให้มีการประชุม UNCTAD : United Nations Conference on Trade and Development : การประชุมสหประชาชาติว่าด้วยการค้าและการพัฒนา) เป็นครั้งแรก เมื่อปี พ.ศ.2507 ที่กรุงเจนีวา ต่างอ้างว่าประเทศอุตสาหกรรมควรเป็นผู้รับผิดชอบในการลดก๊าซเรือนกระจกต่อมาในการประชุม สมัชชาฯ ครั้งที่ 3 ที่ กรุงโตเกียวประเทศญี่ปุ่นระหว่างวันที่ 1-11 ธันวาคม พ.ศ.2540 ซึ่งมีผู้ร่วม ประชุมกว่า 10,000 คน รวมถึงรัฐมนตรีกว่า 125 ท่าน ได้มีการตกลงยกร่างพิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol) ขึ้นในวันที่ 11 ธันวาคม พ.ศ. 2540

1.6.2 พิธีสารเกียวโต มีหลักปฏิบัติดังสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1.6.2.1 พันธกรณี (Commitments) เป็นหัวใจสำคัญของพิธีสารเกียวโต คือ การกำหนด ให้ลดก๊าซเรือนกระจก 6 ชนิด ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) มีเทน (CH₄) ไนตรัส ออกไซด์ (N₂O) ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) เปอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs) และซัลเฟอร์เฮก ซาฟลูออไรด์ (SF₆) เป็นข้อผูกมัดทางกฎหมายสำหรับประเทศในภาคผนวกที่ 1 และมีพันธกรณี ทั่วไปร่วมกันระหว่างประเทศภาคีสมาชิกทั้งหมด

ก๊าซเรือนกระจกทั้ง 6 ชนิด มีประสิทธิภาพในการแผ่รังสีความร้อน (Radiative Efficiency) ที่แตกต่างกัน ดังนั้น ในการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจก ให้คำนวณเป็น ปริมาณเทียบเท่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยใช้ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential: GWP) ของก๊าซแต่ละชนิดเป็น ตัวคูณ สำหรับศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะ โลกร้อนในพันธกรณีแรก จะเป็นไปตาม รายงานของคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการ เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ศักยภาพในการทำให้โลกร้อนของก๊าซเรือนกระจก

ก๊าซเรือนกระจก	ศักยภาพในการทำให้โลกร้อน (เท่าของคาร์บอนไดออกไซด์)
1. คาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂)	1
2. มีเทน (CH ₄)	21
3. ไนตรัสออกไซด์ (N ₂ O)	310
4. ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs)	140 - 11,700
5. เพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PCFs)	6,500 - 9,200
6. ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF ₆)	23,900

ระดับพันธกรณีในการลดก๊าซเรือนกระจกจะต้องลดให้อยู่ในระดับต่ำกว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ.2533 โดยเฉลี่ยร้อยละ 5 เป็นอย่างน้อย โดยแต่ละประเทศมีส่วนในการลดก๊าซเรือนกระจกที่แตกต่างกัน

1.6.2.2 การดำเนินการ (Implementation) ประเทศในกลุ่มภาคผนวกที่ 1 จะต้องจัดทำนโยบายและมาตรการในการลด ก๊าซเรือนกระจกภายในประเทศ ซึ่งรวมถึงการเพิ่มการดูดซับก๊าซเรือนกระจกและ เสริมด้วยกลไกอื่น ๆ และเพื่อให้ได้มาซึ่งเครดิตที่มีต้นทุนถูกกว่าการลดก๊าซ เรือนกระจกภายในประเทศ

การดำเนินการเพื่อให้บรรลุถึงจุดมุ่งหมายของพิธีสารเกียวโตในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนั้น พิธีสารเกียวโตเน้นการดำเนินการในประเทศที่มีพันธกรณีเองเป็นหลัก อย่างไรก็ตามพิธีสารเกียวโตได้นิยามกลไกยืดหยุ่น (Flexibility Mechanisms) ไว้อีก 3 กลไกเพื่อลดภาระค่าใช้จ่าย ในการลดก๊าซเรือนกระจกของ ประเทศในภาคผนวกที่ 1 ได้แก่

1. กลไกการซื้อขายก๊าซเรือนกระจก (Emission Trading: ET) เป็นการซื้อขายใบอนุญาตในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ ประเทศในภาคผนวกที่ 1 ได้รับ โดยใบอนุญาตนี้เรียกว่า Assigned Amount Unit (AAU) การซื้อขายก๊าซเรือนกระจกนี้ จำกัด อยู่เฉพาะประเทศในภาคผนวกที่ 1 เท่านั้น

2. กลไกการดำเนินการร่วม (Joint Implementation: JI) เป็นการดำเนินการร่วมกันระหว่างประเทศในภาคผนวกที่ 1 ด้วยกันเองเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มเติมจากมาตรการ ที่จะเกิดขึ้นอยู่แล้วในสถานะธุรกิจปกติ (เนื่องจากประเทศดังกล่าว คาดว่าจะมีการปล่อยก๊าซน้อยกว่าปริมาณที่กำหนดตามพันธกรณี เช่น ประเทศที่อยู่ระหว่างการเปลี่ยนแปลงระบบเศรษฐกิจสู่ระบบเสรีหลายประเทศ ซึ่งไม่มีความจำเป็นในการดำเนินมาตรการลดก๊าซเรือน

กระຈกเพื่อบรรลุถึงเป้าหมายตามพันธกรณี) โดยผู้ดำเนินโครงการจะได้รับ Emission Reduction Unit (ERU) สำหรับ ก๊าซเรือนกระจกที่สามารถลดได้ และผ่านการตรวจวัดแล้ว

3. กลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism: CDM) เป็นการดำเนินการร่วมกันระหว่างประเทศในภาคผนวกที่ 1 และประเทศนอกภาคผนวกที่ 1 โดยแนวความคิดของกลไกการพัฒนา ที่สะอาด คือ โครงการที่เกิดขึ้นในประเทศกำลังพัฒนาและสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ โดยผู้ดำเนินโครงการจะได้รับ Certified Emission Reduction (CER) สำหรับก๊าซเรือนกระจกที่สามารถลดได้ และผ่านการตรวจวัดแล้วจากหน่วยงานที่เรียกว่า CDM Executive Board (CDM EB) และ CER ที่ผู้ดำเนินโครงการได้รับนี้สามารถนำไปขายให้กับประเทศอุตสาหกรรมที่สามารถใช้ CER ในการบรรลุ ถึงพันธกรณีตามพิธีสารเกียวโตได้ เพื่อช่วยให้ประเทศอุตสาหกรรมที่มีพันธกรณีในการลดก๊าซเรือนกระจกสามารถบรรลุพันธกรณีได้ และ เพื่อส่งเสริมการพัฒนาที่ยั่งยืนของประเทศกำลังพัฒนา

1.6.2.3 การลดผลกระทบในประเทศกำลังพัฒนา เพื่อให้ประเทศที่กำลังพัฒนาสามารถดำเนินการ ได้ จึงมีการจัดตั้งกองทุนเพื่อการปรับตัวรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

1.6.2.4 การจัดทำบัญชีการรายงานผล และการตรวจสอบ เพื่อให้การดำเนินการตามพิธีสารเกียวโตเป็นไปอย่างรัดกุมจึงได้มีการจัดทำกระบวนการติดตามตรวจสอบต่าง ๆ ขึ้น

1.6.2.5 การปฏิบัติตามบทบัญญัติแห่งพิธีสาร เพื่อจัดการกับการไม่ปฏิบัติตามบทบัญญัติแห่งพิธีสาร จึงมีการจัดตั้ง คณะกรรมการติดตามการปฏิบัติตามบทบัญญัติแห่งพิธีสารขึ้น

ระยะเวลาในการประเมินผลการลดก๊าซเรือนกระจก คือ ปี พ.ศ.2551 - 2555 ซึ่งเป็นช่วงพันธกรณีแรก สาเหตุที่มีการขยายเวลาของพันธกรณีเป็นช่วงเวลา 5 ปี แทนที่จะเป็นปีเดียวนั้น เพื่อป้องกันผลกระทบของปัจจัยที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ เช่น สภาพอากาศ หรือวัฏจักรเศรษฐกิจ ฯลฯ

พิธีสารเกียวโตมีผลบังคับเมื่อประเทศภาคีอนุสัญญาฯ ให้สัตยาบันต่อพิธีสารเกียวโตไม่น้อยกว่า 55 ประเทศ ซึ่งในจำนวนนั้นต้องมีประเทศในภาคผนวกที่ 1 ที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 55 ของประเทศในภาคผนวกที่ 1 ที่ปล่อยในปี พ.ศ. 2533 และหลังจากการให้สัตยาบันของสหพันธรัฐรัสเซีย ทำให้มีประเทศในภาคผนวกที่ 1 ที่ให้สัตยาบันต่อพิธีสารเกียวโต มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในปี พ.ศ.2533 คิดเป็นร้อยละ 61.6 ส่งผลให้พิธีสารเกียวโตมีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2548 เป็นต้นไป

พิธีสารเกียวโตไม่ได้กำหนดพันธกรณีสำหรับประเทศนอกภาคผนวกที่ 1 เพิ่มเติมจากกรอบของอนุสัญญาฯ ดังนั้น ประเทศไทยซึ่งได้ลงนามในพิธีสาร เมื่อวันที่ 2 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2542 และให้สัตยาบันเมื่อวันที่ 28 สิงหาคม พ.ศ.2545 โดยมีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 16 มีนาคม พ.ศ.2548 จึงไม่มีพันธกรณีในการลดก๊าซเรือนกระจกแต่อย่างใด แต่การเป็นประเทศสมาชิกของ พิธีสารเกียวโต ได้เปิดโอกาสให้ประเทศไทยสามารถร่วมในกลไกยืดหยุ่นของพิธีสารเกียวโตที่ช่วยในการลดก๊าซเรือนกระจก คือ กลไกการพัฒนาที่สะอาด หรือ Clean Development Mechanism (CDM)

1.6.3 การดำเนินการตามพิธีสารเกียวโตของประเทศไทย โดยสำหรับประเทศไทย นั้น มีการดำเนินการในปัจจุบันดังนี้

1.6.3.1 เตรียมการจัดตั้งองค์กรรองรับการดำเนินงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ได้เสนอเรื่องการจัดตั้งองค์กรรองรับการดำเนินงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เข้าสู่การพิจารณาของคณะรัฐมนตรี ซึ่งได้มีมติเห็นชอบในหลักการเมื่อวันที่ 15 สิงหาคม 2549 ให้จัดตั้ง “คณะกรรมการนโยบายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ (นายกรัฐมนตรีเป็นประธาน)” และ “สำนักงานประสานการจัดการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (หน่วยงานภายใน สผ.)” ซึ่งมีร่างระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการจัดการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศรองรับและการจัดตั้ง “องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน)” ตามร่างพระราชกฤษฎีกาจัดตั้งองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) เพื่อรองรับการดำเนินงานตามกลไกการพัฒนาที่สะอาดภายใต้พิธีสารเกียวโตในด้านการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเชิงโครงการ ซึ่งเน้นให้เกิดความร่วมมือลดก๊าซเรือนกระจกโดยความสมัครใจของภาคเอกชนเป็นหลักขณะนี้นั้นสำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกาอยู่ระหว่างตรวจรายละเอียดของร่างกฎหมายซึ่งหากเสร็จสิ้นจะได้ส่งไปยังสำนักเลขาธิการคณะรัฐมนตรี เพื่อดำเนินการต่อไป

1.6.3.2 การจัดทำร่างยุทธศาสตร์แห่งชาติว่าด้วยการจัดการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ได้จัดทำร่างยุทธศาสตร์แห่งชาติ ขึ้นเพื่อมุ่งหวังให้เกิดแนวทางที่ชัดเจนในการประสานและ บูรณาการการดำเนินงานของทุกหน่วยงานอย่างมีประสิทธิภาพในการจัดการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รวมทั้ง การส่งเสริมการวิจัยและพัฒนา การให้ความรู้ การมีส่วนร่วมของประชาชน การเชื่อมโยงประสานแผน ตลอดจนเสริมสร้างศักยภาพของบุคลากร โดยมุ่งเน้นให้มีการป้องกันและแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การลดผลกระทบและปรับตัว ต่อผลกระทบที่จะเกิดขึ้น และการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในประเทศไทย ซึ่งคาดว่า

ร่างยุทธศาสตร์ฯ จะแล้วเสร็จในไตรมาสแรกของปี 2550 แล จะ ได้จัดทำแผนปฏิบัติการภายใต้ยุทธศาสตร์แห่งชาติว่าด้วยการจัดการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ต่อไป

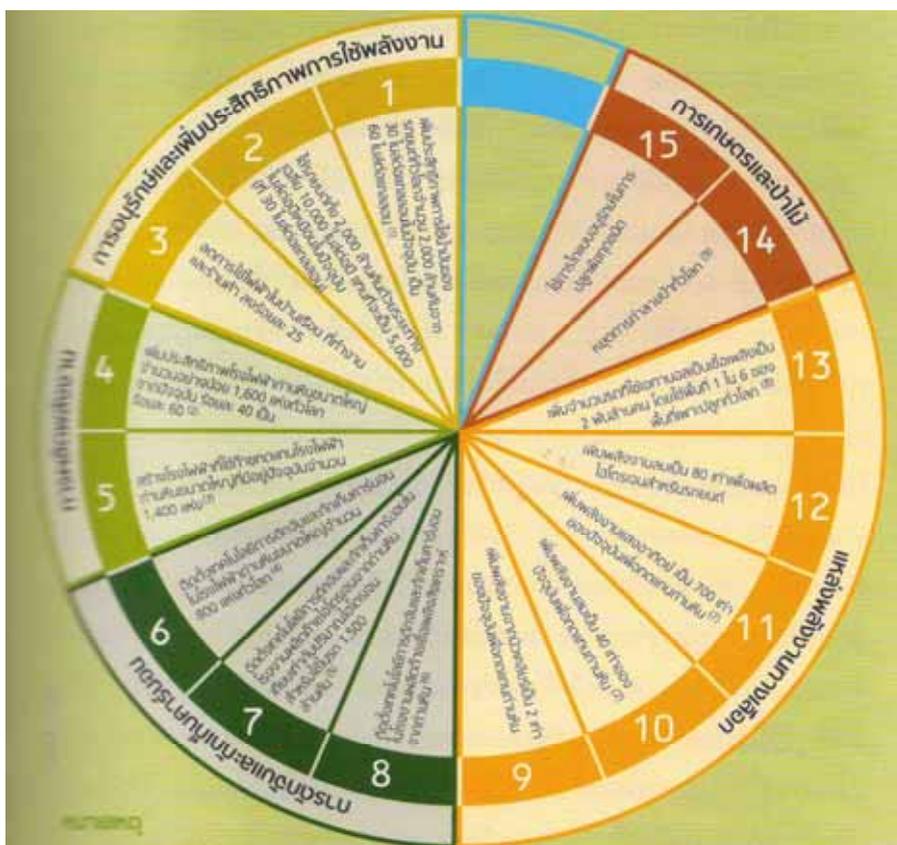
สำหรับแผนการที่จะดำเนินการต่อไปคือ

1. เตรียมการจัดตั้งองค์กรรองรับการดำเนินงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งหากสำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกาเห็นชอบในร่างกฎหมายแล้ว จะส่งไปยังสำนักเลขาธิการคณะรัฐมนตรีเพื่อนำเข้าสู่คณะรัฐมนตรีตามขั้นตอนต่อไป และเมื่อมีการประกาศบังคับใช้ในราชกิจจานุเบกษาแล้ว สผ. จะมีการตั้งหน่วยงานภายในคือ “สำนักงานประสานการจัดการ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ” เพื่อเป็นฝ่ายเลขานุการของคณะกรรมการนโยบายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ และเตรียมการให้ เป็นไปตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีฯ ทั้งนี้ ในกรณีการจัดตั้งองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) สผ. จะปฏิบัติงานในระยะเริ่มแรกของงานองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก เพื่อการสรรหาผู้อำนวยการองค์การฯ และบริหารจัดการระยะต้น เพื่อให้องค์การสามารถปฏิบัติงานด้านการพิจารณาโครงการตามกลไกการพัฒนาที่สะอาดภายใต้พิธีสารเกียวโตได้ทันกำหนดเวลาของพิธีสารเกียวโตคือ ภายในวันที่ 31 มีนาคม 2550

2. ผลักดันให้เกิดร่างยุทธศาสตร์แห่งชาติว่าด้วยการจัดการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เพื่อให้เป็นวาระแห่งชาติ และนำไปสู่การแปลงแผนสู่การปฏิบัติสำหรับหน่วยงาน ที่เกี่ยวข้องต่อไป รวมทั้งสนับสนุนให้เกิดแผนการวิจัยและพัฒนาด้านการจัดการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างเป็นระบบ พร้อมทั้งมีการสนับสนุนด้านงบประมาณต่อแผนการวิจัยและพัฒนา

1.7 แนวทางในการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ปัจจุบันอุตสาหกรรมถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ ได้ขุดเจาะและสูบน้ำบาดาลขึ้นมาประมาณปีละ เจ็ดพันล้านตัน เกือบทั้งหมดถูกใช้ไปและปล่อยออกมาในรูปก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยฝีมือมนุษย์ ในอีก 50 ปีข้างหน้าจะทำให้อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็น หนึ่งในหมื่นสี่พันล้านตันต่อปี ซึ่งจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระดับที่เป็นอันตรายได้ เพื่อไม่ให้เกิดสถานการณ์ดังกล่าวขึ้น จึงได้มีการเสนอแนวทางในการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้น อาทิ 15 วิธีในการเพิ่มหน่วยลดรูปลิมิตดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 แนวทางลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
 ที่มา : บัณฑิต พึ่งธรรมสารและคณะ, ทางเลือกพลังงานเพื่อดับโลกร้อน (กรุงเทพมหานคร : ม.ป.ท.,2550),29.

ซึ่งจะเห็นว่าแนวทางหลักคือ การอนุรักษ์และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน การเปลี่ยนชนิดของเชื้อเพลิงในการผลิตพลังงาน โดยใช้เชื้อเพลิงที่มีการปล่อยคาร์บอนน้อยลง การใช้เทคโนโลยีการดักจับและจัดเก็บคาร์บอนซึ่งต้องใช้งบลงทุนสูงมาก การเพิ่มการใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานทางเลือกซึ่งเป็นพลังงานหมุนเวียน และแนวทางการเกษตรและป่าไม้

แนวทางดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ให้เหมาะสมกับองค์กรต่าง ๆ ได้ตามความพร้อมของแต่ละองค์กร

2 พลังงานและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (วรรณุช แจงสว่าง 2551 :1)

2.1 พลังงาน

พลังงาน คือ ความสามารถในการทำงานซึ่งมีอยู่ในตัวของสิ่งที้อาจให้งานได้ ได้แก่ พลังงานหมุนเวียน พลังงานสิ้นเปลือง และให้หมายรวมถึงสิ่งที้อาจให้งานได้ เช่น เชื้อเพลิง ความร้อน และไฟฟ้า เป็นต้น โดยพลังงานหมุนเวียนหมายความรวมถึงพลังงานที่ได้จากไม้ ฟืน แกลบ กากอ้อย ชีวมวล น้ำ แสงอาทิตย์ ความร้อนใต้พิภพ ลม และคลื่น เป็นต้น ถ้าพลังงานสิ้นเปลืองหมายความรวมถึง พลังงานที่ได้จากถ่านหิน หินน้ำมัน ทรายน้ำมัน น้ำมันดิบ น้ำมันเชื้อเพลิง ก๊าซธรรมชาติ และนิวเคลียร์ เป็นต้น

การจำแนกประเภทของพลังงาน

พลังงานมีความสำคัญและเป็นรากฐานที่สำคัญในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ กิจกรรมต่าง ๆ ทุก ๆ ขั้นตอนจำเป็นต้องเกี่ยวข้องกับพลังงานแทบทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็นการนำพลังงานที่มีอยู่ในธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในรูปแบบต่าง ๆ ที่มนุษย์นำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ สามารถจำแนกออกได้เป็นประเภทต่าง ๆ โดยขึ้นกับลักษณะการจัดแบ่งดังนี้

1. จำแนกตามแหล่งที่ได้มาของพลังงาน แบ่งพลังงานออกเป็น 2 ประเภท คือ พลังงานปฐมภูมิ (Primary energy) และพลังงานทุติยภูมิ (Secondary energy) โดยพลังงานปฐมภูมิ หมายถึง พลังงานที่ผลิตจากแหล่งกำเนิดพลังงานโดยตรง ได้แก่ พลังงานน้ำ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานความร้อนใต้พิภพ และพลังงานจากเชื้อเพลิงบรรพชีวิน เป็นต้น ส่วนพลังงานทุติยภูมิ หมายถึง พลังงานที่ผลิตจากแหล่งพลังงานปฐมภูมิแล้วนำมาเปลี่ยนรูปเพื่อใช้ประโยชน์ในลักษณะต่าง ๆ เช่น พลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อน เป็นต้น

2. จำแนกตามลักษณะการใช้พลังงาน แบ่งพลังงานออกเป็น 2 ประเภท คือ พลังงานรูปแบบ (Conventional energy) และพลังงานนอกรูปแบบ (Non-Conventional energy) โดยพลังงานในรูปแบบหมายถึง พลังงานที่ใช้กันอยู่แล้วทั่วไปโดยมีระบบการผลิตเป็นระบบศูนย์กลางขนาดใหญ่ใช้เทคโนโลยีที่พัฒนามานานแล้ว เช่น พลังน้ำขนาดใหญ่ พลังงานจากถ่านหิน พลังงานจากก๊าซธรรมชาติ พลังงานจากฟืนและถ่าน เป็นต้น ส่วนพลังงานนอกรูปแบบหมายถึง พลังงานที่มีการพัฒนากระบวนการผลิตโดยใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่กำลังอยู่ในระดับของการวิจัยและพัฒนา ซึ่งพลังงานบางประเภทอาจจะมีความเหมาะสมทางด้านเทคโนโลยีแล้ว แต่ยังคงมีการพัฒนาให้มีความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์มากขึ้น เช่น พลังงานขนาดเล็ก พลังงานจากชีวมวล พลังงานจากหินน้ำมัน พลังงานความร้อนใต้พิภพ พลังงานลม และพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น

3. จำแนกตามธรรมชาติของแหล่งพลังงาน แบ่งพลังงานออกเป็น 2 ประเภท คือ พลังงานหมุนเวียน (Renewable energy) และพลังงานสิ้นเปลือง (Non-renewable energy) โดยพลังงานหมุนเวียนหมายถึง พลังงานที่ใช้แล้วสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ได้แก่ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานความร้อนใต้พิภพ และพลังงานน้ำ เป็นต้น ส่วนพลังงานสิ้นเปลือง หมายถึงพลังงานที่ใช้แล้วหมดสิ้นไปไม่สามารถสร้างขึ้นใหม่ได้ ได้แก่ พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล และพลังงานนิวเคลียร์ เป็นต้น

4. จำแนกเป็นประเภทของกลุ่มพลังงานใหม่ ปัจจุบันนี้องค์การสหประชาชาติ ได้จัดกลุ่ม พลังงานใหม่ ซึ่งประกอบไปด้วยพลังงานรูปแบบใหม่ และพลังงานหมุนเวียน (New and Renew Sources of Energy ; NRSE) หมายถึง กลุ่มพลังงานใหม่และกลุ่มพลังงานหมุนเวียนที่จะนำมาทดแทนพลังงานหลักที่ใช้กันอยู่แต่เดิม ได้แก่ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานคลื่น พลังงานชีวมวล พลังงานน้ำขึ้น-ลง พลังงานจากพื้นและถ่าน พลังงานความร้อนใต้พิภพ พลังงานจากหินน้ำมัน และพลังงานจากทรายน้ำมัน เป็นต้น

แหล่งพลังงานส่วนใหญ่ที่ใช้ในกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม การขนส่ง และอื่น ๆ มักอยู่ในรูปของพลังงานสิ้นเปลือง เช่น ก๊าซธรรมชาติ น้ำมัน และถ่านหิน นอกจากนี้ ความต้องการพลังงานมีค่าเพิ่มขึ้นตลอด เนื่องจากจำนวนประชากรของโลกเพิ่มมากขึ้นในทุก ๆ ปี อีกทั้งการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศที่กำลังพัฒนาก็ก่อให้เกิดการใช้พลังงานที่สูงขึ้น เช่นเดียวกัน ดังนั้นผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้และผลิตพลังงานก็ย่อมเกิดขึ้นเช่นเดียวกัน

2.2 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้และผลิตพลังงาน

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลกหรือสภาวะโลกร้อนเนื่องมาจากปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่สะสมอยู่ในชั้นบรรยากาศของโลกเพิ่มมากขึ้นจากการศึกษาล่าสุดของกลุ่มองค์กรระหว่างรัฐบาลในเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ได้จัดทำรายงานการศึกษาโดยรวบรวมผลการศึกษา วิจัย และค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์จากทั่วโลกกว่า 400 คน โดยได้ข้อสรุปว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกที่เกิดขึ้นมีสาเหตุมาจากการประกอบกิจกรรมของมนุษย์ ทั้งนี้ ในรายงานดังกล่าวยังได้เสนอประเด็นที่น่าสนใจว่าหากทั่วโลกไม่ดำเนินการใด ๆ เพื่อหามาตรการในการควบคุมหรือลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกภายในปี ค.ศ. 2100 อุณหภูมิของโลกจะร้อนขึ้นโดยเฉลี่ย 2 องศาเซลเซียสและน้ำทะเลจะมีระดับสูงเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยประมาณ 50 เซนติเมตรจากปัญหาการเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซเรือนกระจกซึ่งมีผลกระทบต่อประชากรโลก

การใช้พลังงานเป็นแหล่งที่มาสำคัญของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่บรรยากาศ การใช้พลังงานเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และการปรับปรุงคุณภาพชีวิต ดังนั้นการใช้พลังงานที่สะอาด เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำ และพลังงาน

ชีวภาพ จึงเป็นทางเลือกในการใช้พลังงานที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าการใช้พลังงานเชื้อเพลิงฟอสซิล นอกจากนี้การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตกระแสไฟฟ้าก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างยิ่ง เมื่อเทียบกับการใช้พลังงานจากพลังงานหมุนเวียน ซึ่งมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่ามาก และมีอยู่อย่างไม่จำกัด สามารถหมุนเวียนนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ดังนั้นพลังงานหมุนเวียน จึงนับเป็นพลังงานทางเลือกที่สำคัญเพื่อลดปัญหาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและการขาดแคลนพลังงานในอนาคต

3 พลาสติก สารสังเคราะห์จากเชื้อเพลิงฟอสซิล

พลาสติกเป็นวัสดุที่ถูกใช้กันอย่างแพร่หลายในชีวิตประจำวันของมนุษย์เพราะมีความง่ายในการผลิตเป็นสินค้าและสามารถประยุกต์ใช้ได้หลายสาขา อาทิ เครื่องนุ่งห่ม สิ่งทอและเส้นใยสังเคราะห์ บรรจุภัณฑ์ อุปกรณ์ก่อสร้าง ฯลฯ ดังนั้นจึงมีแนวโน้มที่จะถูกใช้ในปริมาณที่มากขึ้น แต่การใช้พลาสติกนั้นจะส่งผลกระทบต่อ การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เพราะพลาสติกส่วนมากที่มนุษย์ใช้มีการสังเคราะห์มาจากน้ำมันดิบซึ่งเป็นเชื้อเพลิงฟอสซิลที่เป็นสาเหตุสำคัญในการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

3.1 พลาสติกคืออะไร (พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์ 2537: 8)

พลาสติก คือสารสังเคราะห์ (Synthetic Materials) ที่มนุษย์คิดค้นขึ้นมา มีโครงสร้างโมเลกุลขนาดใหญ่ (Macromolecule) ประกอบด้วยธาตุสำคัญคือ คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน คลอรีน ฟลูออรีน ฯลฯ

พลาสติกเป็นโพลิเมอร์สังเคราะห์ของสารประกอบพวกไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbon) ชนิดหนึ่ง ทั้งนี้เพราะพลาสติกส่วนมากมีแหล่งกำเนิดจากน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ มีพลาสติกหลายชนิดที่มีเฉพาะธาตุไฮโดรเจนและคาร์บอนล้วน ๆ ผสมอยู่ แต่พลาสติกส่วนมากยังประกอบด้วยธาตุชนิดอื่น ๆ อีก เช่น ออกซิเจน ไนโตรเจน คลอรีน ฟลูออรีน ฟอสฟอรัส กำมะถัน ฯลฯ

โพลิเมอร์ (Polymers) มาจากคำภาษากรีก สองคำ คือ POLY แปลว่าหลาย หรือมาก และ MER แปลว่าหน่วย หรือส่วน ดังนั้น โพลิเมอร์จึงเป็นสารที่มีโมเลกุลยาวมาก มีน้ำหนักโมเลกุลสูงมาก และโมเลกุลเหล่านี้ประกอบด้วยหน่วยที่ซ้ำ ๆ กัน เป็นจำนวนมาก

โพลิเมอร์ เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง (High Molecular Weight) เกิดขึ้นในธรรมชาติ หรือสังเคราะห์ขึ้นมา ประกอบด้วยหน่วยเคมีเล็ก ๆ ซึ่งเหมือนๆ กันที่เรียกว่า โมโนเมอร์ (Monomer) มาต่อกันด้วยพันธะเคมี (Chemical Bond)

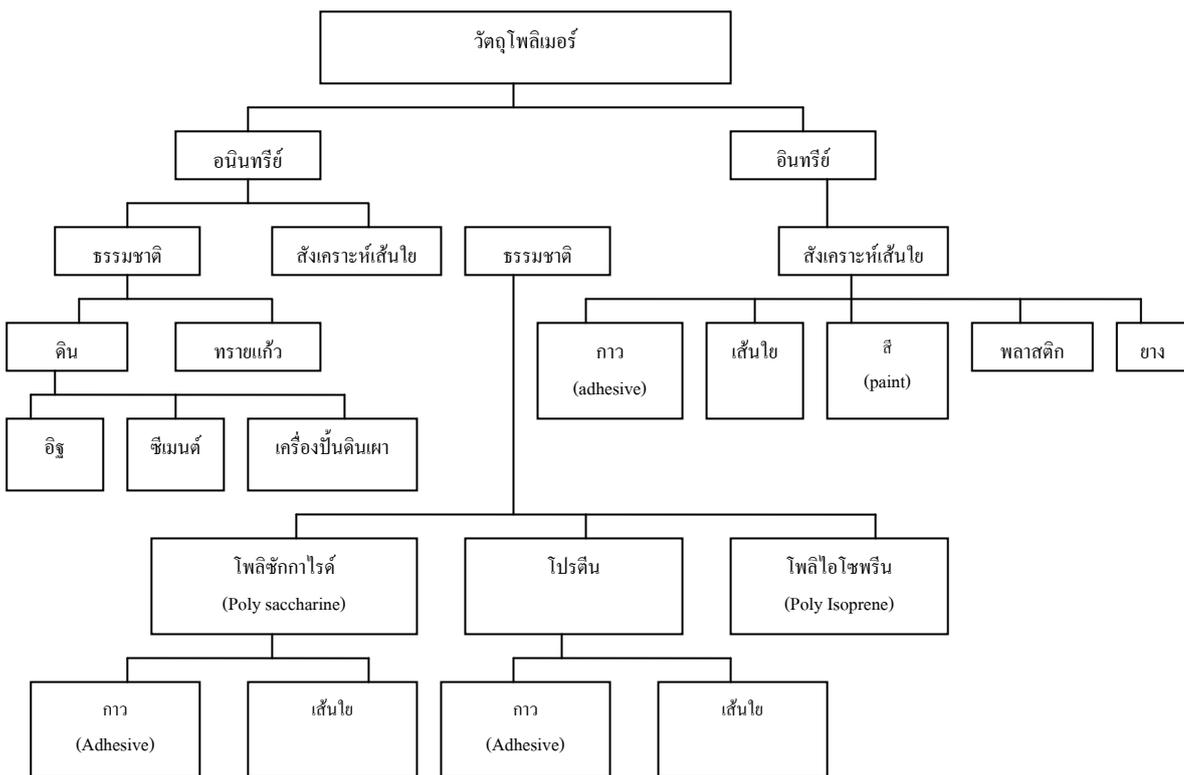
โพลิเมอร์ คือสารเคมีที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง 5000 ขึ้นไป ได้จากการรวมตัวของ โมโนเมอร์ชนิดเดียวกันหรือต่างกัน เช่น โพลีเอทิลีน ยาง เซลลูโลส ฯลฯ

โพลิเมอร์แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. โพลิเมอร์ในธรรมชาติ (Natural Polymers) ที่เรารู้จักคือ ไม้ ฟ้าย เส้นใย ธรรมชาติ ยาง หนัง ขนสัตว์ ฯลฯ

2. โพลิเมอร์สังเคราะห์ (Synthetic Polymers) หรือพลาสติก

โพลิเมอร์สังเคราะห์ หรือพลาสติกเป็นส่วนหนึ่งของเคมีอินทรีย์ที่เกิดจากการรวมตัว (Union) ของโมเลกุลง่าย ๆ หรือโมเลกุลอิสระ (Monomers) โดยผ่านขบวนการสังเคราะห์ทางเคมีที่เรียกว่า โพลิเมอไรเซชัน (Polymerization) การจำแนกโพลิเมอร์นั้นแสดงในภาพที่ 7 โดยจะแยกตามที่มาของโพลิเมอร์เป็นหลัก



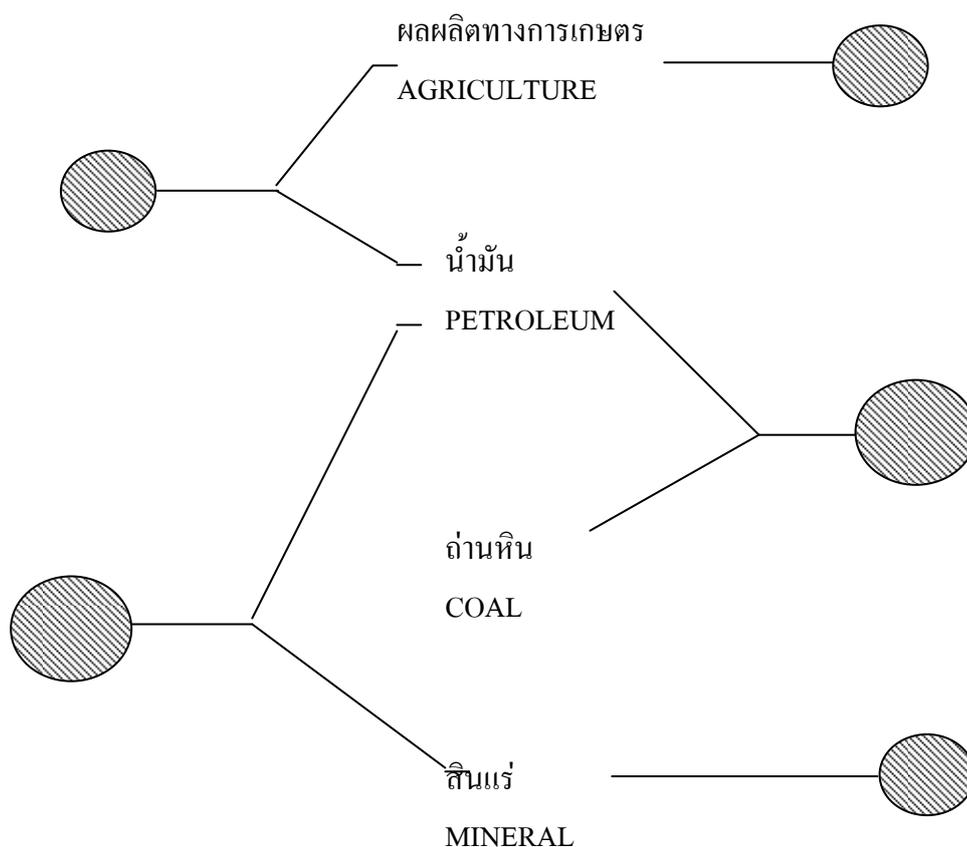
ภาพที่ 7 การจำแนกวัสดุโพลิเมอร์และการใช้งาน

ที่มา : พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์, พลาสติก (กรุงเทพมหานคร :ม.ป.ท.,2537),9.

3.2 แหล่งกำเนิดพลาสติก

พลาสติกมีแหล่งกำเนิดจาก 5 แหล่งใหญ่ ดังภาพที่ 8 คือ

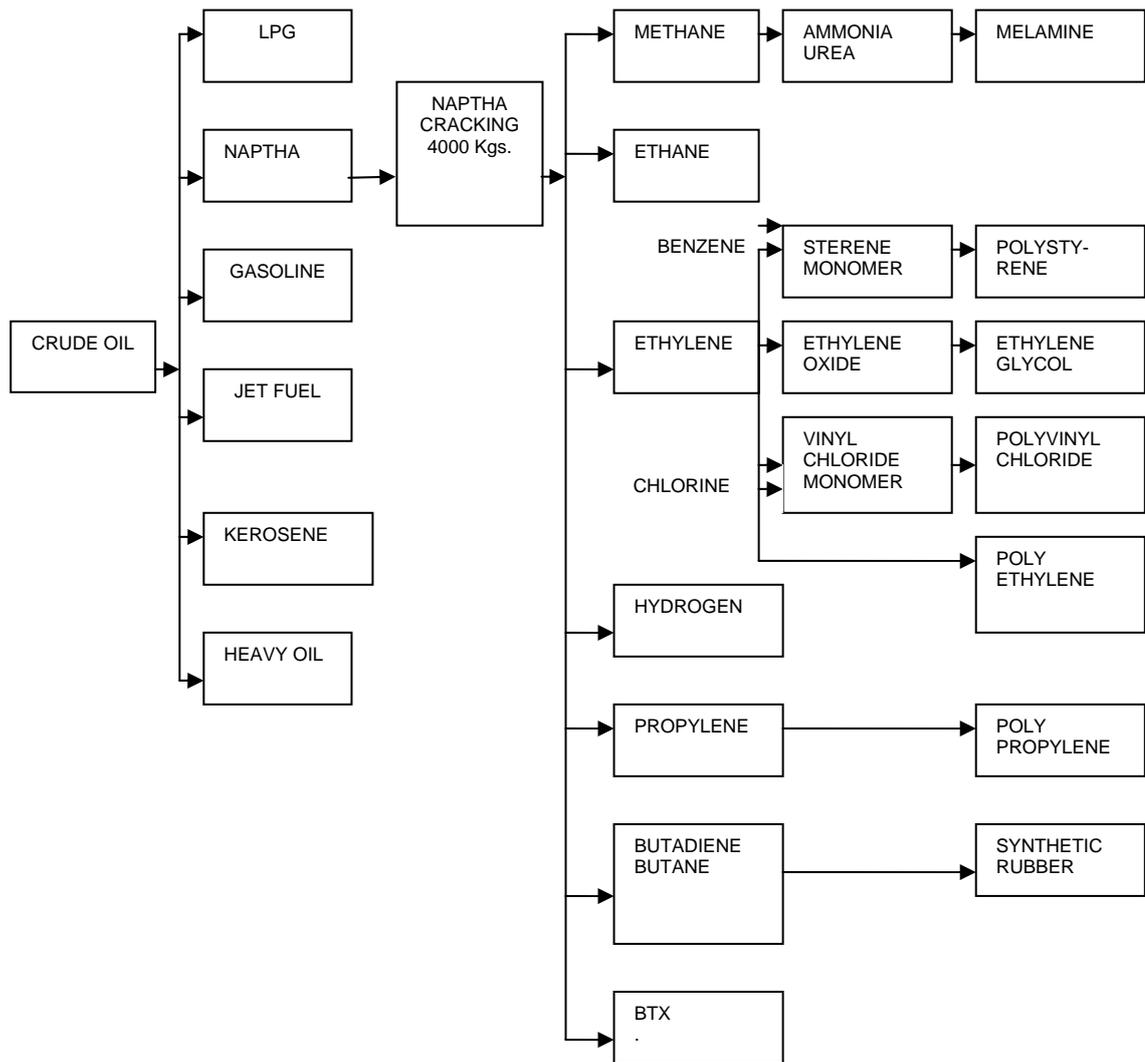
1. ผลผลิตทางเกษตร เช่น Cellulose Nitrate, Cellulose Acetate, Cellulose Acetate Butyrate, Shellac, Ethyl Cellulose, Casein ฯลฯ
2. ผลผลิตทางการเกษตรและน้ำมัน มีน้อยมากเช่น Furan
3. น้ำมันและถ่านหิน เป็นแหล่งที่ผลิตพลาสติกชนิดต่าง ๆ ได้มากที่สุด เช่น Polyethylene, Polypropylene, Polystyrene, Phenol-Formaldehyde, Melamine-Formaldehyde, Urea-Formaldehyde, Nylon, Polyester, Acrylic, Epoxy ฯลฯ
4. น้ำมันและสินแร่ เช่น Polyvinyl Butyral, Polyvinyl Carbazole, Polyvinyl Acetate, Polyvinyl Alcohol, Silicone, Polyvinyl Acetate-Chloride, Polyvinyl Chloride ฯลฯ
5. สินแร่ มีน้อย เช่น Calcium-Aluminum Silicate



ภาพที่ 8 แหล่งกำเนิดพลาสติก

ที่มา : พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์, พลาสติก (กรุงเทพมหานคร :ม.ป.ท.,2537),26.

โดยวัสดุและพลาสติกที่มีที่มาจากน้ำมันดิบนั้นแสดงไว้ในภาพที่ 9 ซึ่งจะพบว่าพลาสติกที่เป็นที่ใช้งานกันอย่างแพร่หลายในชีวิตประจำวันของมนุษย์ อาทิ Poly Vinyl Chloride (PVC) Polypropylene(PP) Polyethylene (PE) Polystyrene (PS)หรือแม้แต่ยางสังเคราะห์ก็มาจากน้ำมันดิบด้วย



BENZENE TULOENE HEAVY ENDS.

ภาพที่ 9 วัตถุดิบพลาสติกที่ได้จากน้ำมันดิบ

ที่มา : พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์, พลาสติก (กรุงเทพมหานคร :ม.ป.ท.,2537),29.

นอกจากนี้ยังมีพลาสติกบางชนิดที่ทำจากสารเคมีอื่นเช่น ตาราง 2 แต่เมื่อวิเคราะห์ถึงวัตถุดิบพื้นฐานก็พบว่ายังคงต้องใช้วัสดุตั้งต้นจากการกลั่นน้ำมันดิบและปิโตรเคมี

ตารางที่ 2 วัตถุดิบอื่น ๆ ที่นำมาใช้ผลิตพลาสติก

ชนิดพลาสติก (Resin or plastic polymer)	วัตถุดิบขั้นปรงแต่งแล้ว (Secondary raw material)	วัตถุดิบพื้นฐาน (Basic raw material)
Polypropylene	-	Propylene
Nylon6	Caprolactam	Benzene Propylene Ammonia
Saturated polyesters	Terephthalic acid Ethylene glycol	Para-xylene Ethylene

หากปริมาณการใช้พลาสติกมีมากขึ้น การใช้น้ำมันดิบก็จะมีมากขึ้นด้วยมากขึ้นด้วย และเช่นเดียวกัน สิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มซึ่งเป็นปัจจัยจำเป็นในการดำรงชีวิตของมนุษย์ อุตสาหกรรมชนิดนี้ก็มีการใช้เส้นใยสังเคราะห์ซึ่งผลิตจากพลาสติกที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วย ความจำเป็นในการประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากอุตสาหกรรมนี้จึงทวีความสำคัญขึ้น

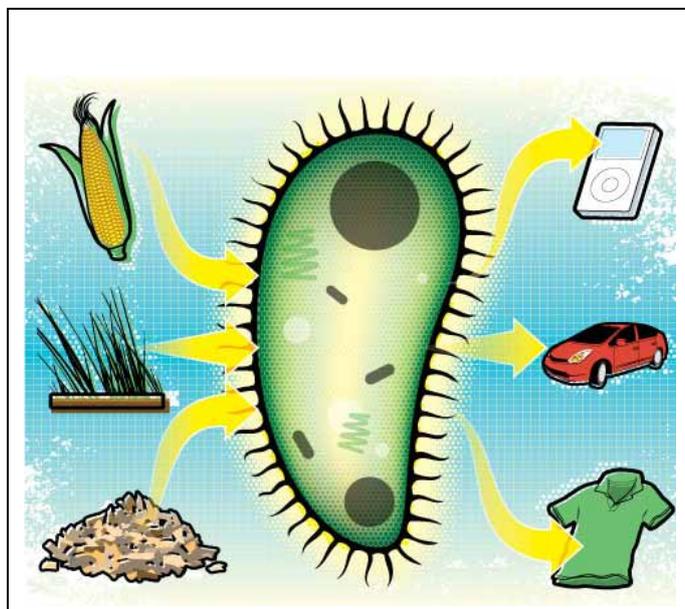
4 พลาสติกชีวภาพ (Bioplastic)

พลาสติกชีวภาพ (Bioplastic) หรือพลาสติกชีวภาพย่อยสลายได้ (Biodegradable Plastic) หมายถึงพลาสติกที่ผลิตขึ้นจากวัสดุธรรมชาติส่วนใหญ่เป็นพืช สามารถย่อยสลายได้ในธรรมชาติ (Biodegradable) ช่วยลดปัญหามลพิษในสิ่งแวดล้อม

วัสดุธรรมชาติที่สามารถนำมาผลิตเป็นพลาสติกชีวภาพมีหลายชนิด เช่น Cellulose Collagen Casein Polyester แป้ง (Starch) โปรีตีนจากถั่ว และข้าวโพด เป็นต้น และในบรรดาวัสดุธรรมชาติทั้งหลาย แป้ง นับว่าเหมาะสมที่สุดเพราะมีจำนวนมากและราคาถูก เนื่องจากสามารถหาได้จากพืชชนิดต่าง ๆ เช่น ข้าวโพด ข้าวสาลี มันฝรั่ง มันเทศ มันสำปะหลัง เป็นต้น

พลาสติกชีวภาพที่ผลิตจากแป้งโดยตรงจะมีขีดจำกัด เพราะจะเกิดการพองตัวและเสียรูปร่างเมื่อได้รับความชื้น จึงได้มีการใช้เชื้อจุลินทรีย์เข้าไปย่อยสลายแป้ง แล้วเปลี่ยนแป้งให้

กลายเป็น โมโนเมอร์ (Monomer) ที่เรียกว่ากรดแลคติก (Lactic Acid) จากนั้นนำไปผ่านกระบวนการ polymerization ทำให้กรดแลคติกเชื่อมกันเป็นสายยาวที่เรียกว่า โพลีเมอร์ (Polymer)



ภาพที่ 10 พลาสติกชีวภาพที่ผลิตจากแป้งข้าวโพดโดยตรง

ประเภทของพลาสติกย่อยสลายได้

จะแบ่งประเภทของการย่อยสลายออกเป็น 5 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. การย่อยสลายได้โดยแสง (Photodegradation) การย่อยสลายโดยแสงมักเกิดจากการเติมสารเติมแต่งที่มีความไวต่อแสงลงในพลาสติกหรือสังเคราะห์โคโพลิเมอร์ให้มีหมู่ฟังก์ชันหรือพันธะเคมีที่ไม่แข็งแรง แดกหักง่ายภายใต้รังสี (UV) เช่น หมู่คีโตน (Ketone Group) อยู่ในโครงสร้าง เมื่อสารหรือหมู่ฟังก์ชันดังกล่าวสัมผัสกับรังสียูวีจะเกิดการแตกของพันธะกลายเป็นอนุมูลอิสระ (Free radical) ซึ่งไม่เสถียร จึงเข้าทำปฏิกิริยาต่ออย่างรวดเร็วที่พันธะเคมีบนตำแหน่งคาร์บอนในสายโซ่โพลิเมอร์ ทำให้เกิดการขาดของสายโซ่ แต่การย่อยสลายนี้จะไม่เกิดขึ้นภายในบ่อฝังกลบขยะ กองคอมโพสท์ หรือสภาวะแวดล้อมอื่นที่มีด หรือแม้กระทั่งชิ้นพลาสติกที่มีการพิมพ์ด้วยหมึกที่หนาмаกบนพื้นผิว เนื่องจากพลาสติกจะไม่ได้สัมผัสกับรังสียูวีโดยตรง

2. การย่อยสลายทางกล (Mechanical Degradation) โดยการให้แรงกระทำแก่ชิ้นพลาสติกทำให้ชิ้นส่วนพลาสติกแตกออกเป็นชิ้น ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้โดยทั่วไปในการทำให้พลาสติกแตกเป็นชิ้นเล็กๆ

3. การย่อยสลายผ่านปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidative Degradation) การย่อยสลายผ่านปฏิกิริยาออกซิเดชันของพลาสติก เป็นปฏิกิริยาการเติมออกซิเจนลงในโมเลกุลของโพลิเมอร์ ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้เองในธรรมชาติอย่างช้าๆ โดยมีออกซิเจนและความร้อน แสงยูวี หรือแรงทางกลเป็นปัจจัยสำคัญ เกิดเป็นสารประกอบไฮโดรเปอร์ออกไซด์ (Hydroperoxide, ROOH) ในพลาสติกที่ไม่มีการเติมสารเติมแต่งที่ทำหน้าที่เพิ่มความเสถียร (Stabilizing Additive) แสงและความร้อนจะทำให้ ROOH แตกตัวกลายเป็นอนุมูลอิสระ RO และ OH) ที่ไม่เสถียรและเข้าทำปฏิกิริยาต่อที่พันธะเคมีบนตำแหน่งคาร์บอนในสายโซ่โพลิเมอร์ ทำให้เกิดการแตกหักและสูญเสียสมบัติเชิงกลอย่างรวดเร็ว แต่ด้วยเทคโนโลยีการผลิตที่ได้รับการวิจัยและพัฒนาขึ้นในปัจจุบันทำให้พอลิโอเลฟินเกิดการย่อยสลายผ่านปฏิกิริยาออกซิเดชันกับออกซิเจนได้เร็วขึ้นภายในช่วงเวลาที่กำหนด โดยการเติมสารเติมแต่งที่เป็นเกลือของโลหะทรานซิชัน ซึ่งทำหน้าที่ชะลอการแตกตัวของสารประกอบไฮโดรเปอร์ออกไซด์ (Hydroperoxide, ROOH) เป็นอนุมูลอิสระ (Free Radical) ทำให้สายโซ่โพลิเมอร์เกิดการแตกหักและสูญเสียสมบัติเชิงกลรวดเร็วยิ่งขึ้น

4. การย่อยสลายผ่านปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส (Hydrolytic Degradation) การย่อยสลายของโพลิเมอร์ที่มีหมู่เอสเทอร์ หรือเอไมด์ เช่น แป้ง โพลีเอสเทอร์ โพลีเอไมด์ พอลิคาร์บอเนต และโพลียูรีเทน ผ่านปฏิกิริยาก่อให้เกิดการแตกหักของสายโซ่โพลิเมอร์ ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสที่เกิดขึ้น โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ประเภทที่ใช้คะตะลิสต์ (Catalytic Hydrolysis) และไม่ใช้คะตะลิสต์ (Non-Catalytic Hydrolysis) ซึ่งประเภทแรกยังแบ่งออกได้เป็น 2 แบบคือ แบบที่ใช้คะตะลิสต์จากภายนอกโมเลกุลของโพลิเมอร์เร่งให้เกิดการย่อยสลาย (External Catalytic Degradation) และแบบที่ใช้คะตะลิสต์จากภายในโมเลกุลของโพลิเมอร์เองในการเร่งให้เกิดการย่อยสลาย (Internal Catalytic Degradation) โดยคะตะลิสต์จากภายนอกมี 2 ชนิด คือ คะตะลิสต์ที่เป็นเอนไซม์ต่างๆ (Enzyme) เช่น Depolymerase Lipase Esterase และ Glycohydrolase ในกรณีนี้จัดเป็นการย่อยสลายทางชีวภาพ และคะตะลิสต์ที่ไม่ใช่เอนไซม์ (Non-Enzyme) เช่น โลหะแอลคาไลด์ (Alkaline Metal) เบส (Base) และกรด (Acid) ที่มีอยู่ในสภาวะแวดล้อมในธรรมชาติ ในกรณีนี้จัดเป็นการย่อยสลายทางเคมี สำหรับปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสแบบที่ใช้คะตะลิสต์จากภายในโมเลกุลของพอลิเมอร์นั้นใช้หมู่คาร์บอกซิล (Carboxyl Group) ของหมู่เอสเทอร์ หรือเอไมด์บริเวณปลายของสายโซ่โพลิเมอร์ในการเร่งปฏิกิริยาการย่อยสลายผ่านปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส

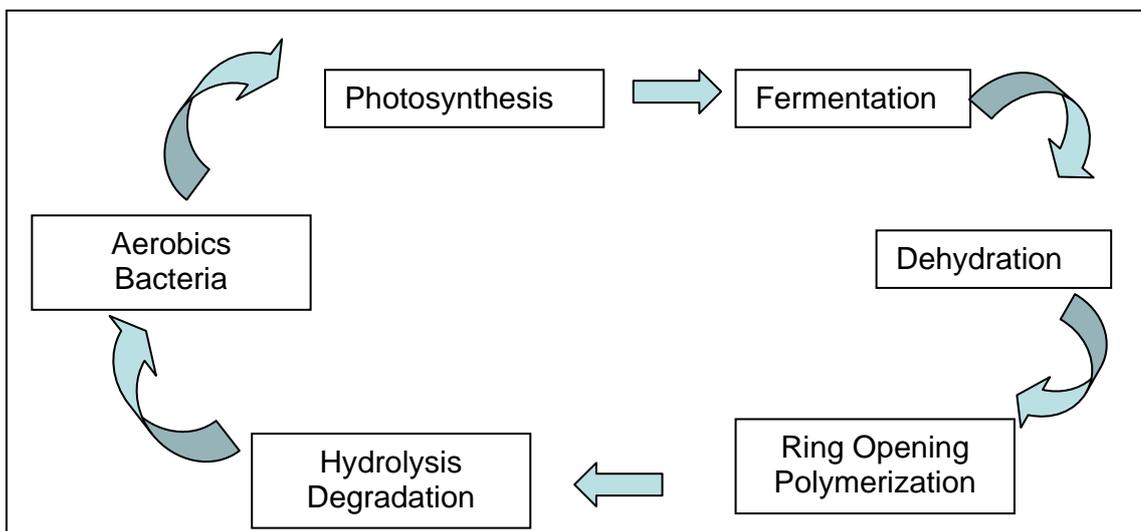
5. การย่อยสลายทางชีวภาพ (Biodegradation) การย่อยสลายของโพลิเมอร์จากการทำงานของจุลินทรีย์โดยทั่วไปมีกระบวนการ 2 ขั้นตอน เนื่องจากขนาดของสายโพลิเมอร์ยังมีขนาดใหญ่และไม่ละลายน้ำ ในขั้นตอนแรกของการย่อยสลายจึงเกิดขึ้นภายนอกเซลล์โดยการปลดปล่อยเอนไซม์ของจุลินทรีย์ซึ่งเกิดได้ทั้งแบบใช้ Endo-Enzyme หรือ เอนไซม์ที่ทำให้เกิด

การแตกตัวของพันธะภายในสายโซ่โพลิเมอร์อย่างไม่เป็นระเบียบ และแบบ Exo-Enzyme หรือ เอนไซม์ที่ทำให้เกิดการแตกหักของพันธะทีละหน่วยจากหน่วยซ้ำที่เล็กที่สุดที่อยู่ด้านปลายของสายโซ่โพลิเมอร์ เมื่อโพลิเมอร์แตกตัวจนมีขนาดเล็กพอจะแพร่ผ่านผนังเซลล์เข้าไปในเซลล์ และเกิดการย่อยสลายต่อไปในขั้นตอนที่ 2 ได้ผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนสุดท้าย (Ultimate Biodegradation) คือ พลังงาน และสารประกอบขนาดเล็กที่เสถียรในธรรมชาติ (Mineralization) เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทน น้ำเกลือ แร่ธาตุต่างๆ และมวลชีวภาพ (Biomass)

พลาสติกชีวภาพที่สำคัญ มี 2 ชนิด คือ

1. Polylactic Acid (PLA)
2. Polyhydroxybutyrate (PHB)

Polylactic acid หรือ Polylactide เป็นพลาสติกที่ผลิตจากข้าวโพดหรืออ้อย แต่ส่วนใหญ่นิยมผลิตจากข้าวโพด กระบวนการผลิตคือจะนำเมล็ดข้าวโพดไปทำเป็นแป้งแล้วนำแป้งที่ได้ไปผ่านกระบวนการหมัก (Fermentation) โดยใช้แบคทีเรีย *Lactobacillus Brevis* ได้ผลผลิตเป็นกรดแลคติก (Lactic Acid) ซึ่งกรดแลคติกนี้เป็นโมโนเมอร์ที่จะนำไปใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตเป็นพลาสติก โดยนำไปผ่านกระบวนการ Polymerization ได้เป็นโพลิเมอร์ที่เรียกว่า Polylactide



ภาพที่ 11 ขั้นตอนการผลิต PLA และการนำกลับมาใช้ใหม่



ภาพที่ 12 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากพลาสติก PLA

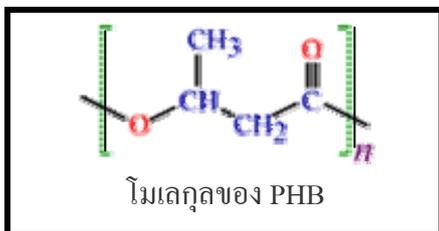
Polyhydroxybutyrate (PHB)

PHB ถูกค้นพบโดย Maurice Lemoigne นักจุลชีววิทยาชาวฝรั่งเศส เกิดจากการย่อยสลายของ จุลินทรีย์ Alcaligenes Eutrophus โดยใช้แหล่งวัตถุดิบจากน้ำตาลกลูโคส หรือแป้ง มาเป็นแหล่งคาร์บอนให้กับจุลินทรีย์เพื่อเปลี่ยนเป็น Acetyl CoA ซึ่งสารนี้จะเป็นโมโนเมอร์สำหรับการผลิตเป็น PHB การสังเคราะห์พลาสติก PHB จากจุลินทรีย์ Alcaligenes Eutrophus จะมีเอนไซม์เข้ามาเกี่ยวข้องในปฏิกิริยาทั้งหมด 3 ชนิด คือ

เอนไซม์ 3-Ketothiolase จะเร่งให้เกิดการรวมตัวกันของ Acetyl CoA ได้เป็น Acetoacetyl-CoA

เอนไซม์ Acetoacetyl-CoA Reductase จะเป็นตัวรีดิวซ์ Acetoacetyl-CoA ไปเป็น R(-)-3-Hydroxybutyryl-CoA

เอนไซม์ PHA Synthase จะมาเร่งปฏิกิริยา polymerizes สาร R(-)-3-Hydroxybutyryl-CoA ได้เป็น โพลีเมอร์ PHB



ภาพที่ 13 โมเลกุลของ PHB

5 อุตสาหกรรมการผลิตเส้นใยสังเคราะห์

5.1 เส้นใย (Fibers)

เส้นใย หมายถึง วัสดุหรือสารใดๆ ทั้งที่เกิดจากธรรมชาติและมนุษย์สร้างขึ้น ที่มีอัตราส่วนระหว่างความยาวต่อเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับหรือมากกว่า 100 สามารถขึ้นรูปเป็นผ้าได้ และต้องเป็นองค์ประกอบที่เล็กที่สุดของผ้า ไม่สามารถแยกย่อยในเชิงกลได้อีก

5.1.1 ประเภทของเส้นใย

เราสามารถแยกประเภทของเส้นใยได้หลายแบบขึ้นอยู่กับลักษณะการแบ่งในที่นี้เราแบ่งตามแหล่งกำเนิดของเส้นใยซึ่งจะแบ่งได้เป็นสองประเภทใหญ่ๆ คือ เส้นใยธรรมชาติและเส้นใยประดิษฐ์ ในกลุ่มของเส้นใยธรรมชาติก็ยังแบ่งย่อยได้อีกเป็นเส้นใยที่มาจากพืช จากสัตว์ และ จากแร่ ส่วนเส้นใยประดิษฐ์สามารถแยกเป็นเส้นใยที่ประดิษฐ์จากธรรมชาติ เส้นใยสังเคราะห์ และเส้นใยที่ประดิษฐ์จากวัสดุอื่นๆ

1. เส้นใยธรรมชาติ (Natural fibers) อาทิ

เส้นใยพืช เช่น ฝ้าย ลินิน ปอ งามี ป่าน นุ่น

เส้นใยสัตว์ เช่น ขนสัตว์ (wool) ไหม (silk) ผม (hair)

แร่ เช่น แร่ใยหิน (asbestos)

2. เส้นใยประดิษฐ์ (Man-made fibers) อาทิ

ประดิษฐ์จากธรรมชาติ เช่น เรยอน อะซิเตด ไตรอะซิเตด

เส้นใยสังเคราะห์ เช่น โอลีฟินส์ โพลีเอสเตอร์ โพลีอามิด

ไนลอน

แร่และเหล็ก เช่น โลหะ แก้ว เซรามิก กราไฟต์

5.1.2 อุตสาหกรรมเส้นใยประดิษฐ์

อุตสาหกรรมเส้นใยประดิษฐ์ ถือเป็นอุตสาหกรรมขั้นต้นในอุตสาหกรรมสิ่งทอ โดยเป็นวัตถุดิบสำคัญในการผลิตสิ่งทอขึ้นต่อเนื่อง ได้แก่ การปั่นด้าย ทอผ้า ถักผ้า และเสื่อผ้าสำเร็จรูป เส้นใยประดิษฐ์เป็นผลผลิตทางเคมีที่มีคุณสมบัติพิเศษแตกต่างจากเส้นใยธรรมชาติและสามารถทดแทนข้อบกพร่องของเส้นใยธรรมชาติได้ เช่น คุณสมบัติในการยืดและหดตัว เป็นต้น ดังนั้นอุตสาหกรรมเส้นใยประดิษฐ์จึงมีบทบาทสำคัญในอุตสาหกรรมสิ่งทอซึ่งเป็นอุตสาหกรรมที่มีมูลค่าส่งออกสูงในปัจจุบัน

5.2 เส้นใยประดิษฐ์ (Man-Made Fibers)

กระบวนการผลิตเส้นใยประดิษฐ์แบ่งได้เป็นสองส่วนใหญ่ๆ คือ การเตรียมโพลิเมอร์ตั้งต้น และการขึ้นรูปเป็นเส้นใย

5.2.1 การเตรียมโพลิเมอร์ตั้งต้น

ในการผลิตเส้นใยจากวัตถุดิบธรรมชาติที่มีโครงสร้างโมเลกุลโพลิเมอร์อยู่แล้ว เช่น เส้นใยเรยอน ขั้นตอนการเตรียมโพลิเมอร์ตั้งต้นจะประกอบด้วยการย่อยวัตถุดิบ เช่น ไม้ให้เป็นชิ้นเล็กๆ โดยใช้แรงกลและสารเคมี แล้วทำให้อยู่ในรูปของสารละลายเข้มข้น (Polymer Viscous) ส่วนในกรณีที่เป็นเส้นใยสังเคราะห์ ขั้นตอนการเตรียมโพลิเมอร์ก็จะเริ่มจากการสังเคราะห์โพลิเมอร์จากโมโนเมอร์ ซึ่งอาจเป็นแบบการรวมตัว (Addition Polymerization) หรือแบบกลั่น (Condensation Polymerization) ขึ้นอยู่กับชนิดของโมโนเมอร์ที่สังเคราะห์

5.2.2 การขึ้นรูปเป็นเส้นใย (Fiber Spinning)

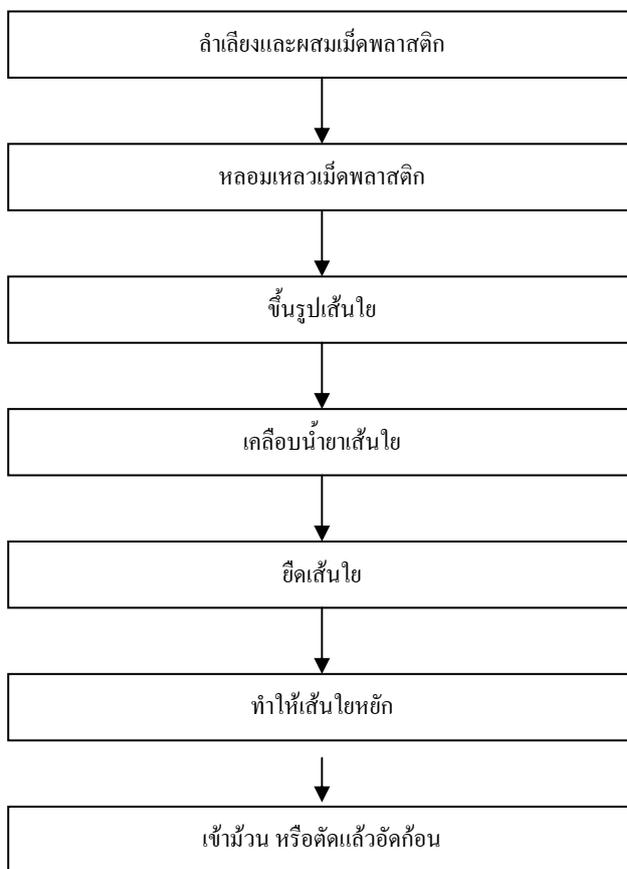
กระบวนการขึ้นรูปเป็นเส้นใยสามารถทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับชนิดของโพลิเมอร์ตั้งต้น กระบวนการขึ้นรูปพื้นฐานมี 3 แบบคือ แบบปั่นแห้ง (Dry Spinning) แบบปั่นเปียก (Wet Spinning) และแบบปั่นหลอม (Melt Spinning)

การผลิตเส้นใยแบบปั่นแห้ง (Dry Spinning) เริ่มต้นโดยการเตรียมโพลิเมอร์ให้อยู่ในรูปสารละลาย แล้วฉีดผ่านหัวฉีด (Spinnerets) ทำการระเหยตัวทำละลายส่วนที่เหลือในเส้นใยที่ฉีดออกมาโดยใช้ลมร้อน (Hot Air) เป่า จากนั้นทำการดึงยืดเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของเส้นใย ตัวอย่างเส้นใยที่ขึ้นรูปโดยวิธีนี้ได้แก่ โพลีอะซิเตต โพลีไตรอะซิเตต และโพลีอะไครลิก

การผลิตเส้นใยแบบปั่นเปียก (Wet Spinning) เริ่มจากการเตรียมสารละลายโพลิเมอร์แล้วฉีดผ่านหัวฉีด (Spinnerets) ที่จุ่มอยู่ในอ่างของสารละลายตกตะกอน (Coagulation Bath) เส้นใยที่ตกตะกอนออกมาจากสารละลาย จะถูกดึงยืดเพื่อเพิ่มความแข็งแรง แล้วทำให้แห้งโดยใช้ลมร้อนเป่า ตัวอย่างเส้นใยที่ผลิตโดยวิธีนี้คือ เรยอน

การผลิตเส้นใยแบบปั่นหลอม (Melt Spinning) เริ่มจากการหลอมโพลิเมอร์ในเครื่องปั่นหลอม (Melt Extruder) แล้วทำการฉีดผ่านหัวฉีด (Spinnerets) เส้นใยที่ได้ที่เริ่มแข็งตัวจะถูกดึงยืดเพื่อเพิ่มความแข็งแรง เส้นใยสังเคราะห์ส่วนใหญ่ผลิตโดยวิธีนี้ เช่น ไนลอน โพลีเอสเตอร์ โพลีเอทิลีน เป็นต้น

แผนผังการไหลของกระบวนการผลิตเส้นใยสังเคราะห์แสดงได้ดังภาพที่ 14



ภาพที่ 14 แผนผังการไหลของกระบวนการผลิต

โดยการผลิตมีขั้นตอนดังนี้

1. เม็ดพลาสติกที่ถูกเก็บไว้ในพื้นที่การผลิต จะถูกล้างมายังกระบวนการผลิตโดยนำไปเก็บไว้ที่ถังพักเม็ดพลาสติก พร้อมทั้งถูกกวนให้ผสมกับเม็ดสีซึ่งทำให้เส้นใยมีสีที่ต้องการ
2. พลาสติกที่ถูกผสมกับเม็ดสีจะถูกส่งไปยังเครื่องอัด (Extruder) ซึ่งจะมีเกลียวผลักดันเม็ดพลาสติกให้เข้าไปในห้องผสม ซึ่งมีการใช้ความร้อนแก่พลาสติก ทำให้พลาสติกหลอมเหลว และถูกดันไปยังขั้นตอนต่อไป
3. พลาสติกเหลวจะถูกอัดผ่านหัวฉีด ซึ่งมีรูเล็ก ๆ เจาะไว้ให้พลาสติกไหลออกมา มีลักษณะเป็นเส้นใยยาวต่อเนื่อง หลังจากนั้นจะมีการใช้ลมเย็นเป่าไปยังเส้นใย เพื่อให้เส้นใยเปลี่ยนสถานะจากของเหลวหนืดเป็นเส้นใยแข็ง
4. เส้นใยที่ได้จะถูกนำไปเคลือบน้ำยากันไฟฟ้าสถิต และเพิ่มความมันเงา

5. หลังจากนั้นเส้นใยจะถูกดึงยืด โดยใช้ลูกกลิ้งสองตัวที่มีความเร็วรอบไม่เท่ากัน เพื่อให้เส้นใยมีการจัดเรียงโมเลกุลที่เป็นระเบียบ ซึ่งมีผลให้เส้นใยมีความเหนียว
6. เส้นใยจะยังมีลักษณะตรง ดังนั้นจึงนำไปบดกระแทกโดยใช้ความร้อนช่วย เพื่อให้เส้นใยเป็นหยัก ซึ่งจะทำให้เกิดความฟูเมื่อนำไปใช้งาน
7. เส้นใยที่ยาวต่อเนื่องจะถูกตัดเป็นเส้นสั้น ๆ เพื่อให้เหมาะแก่การใช้งานในขั้นตอนต่อไป
8. เส้นใยจะถูกอัดก้อนเข้าถุงเพื่อเก็บไว้ก่อนนำไปใช้งาน

6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัญหาสภาพภูมิอากาศโลกการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยต้นเหตุของปัญหานี้มาจากการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งถูกปลดปล่อยออกมาจากการเผาผลาญเชื้อเพลิงฟอสซิลเพื่อใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ อาทิ การสร้างพลังงานไฟฟ้า การเผาไหม้น้ำมันของรถยนต์ การสังเคราะห์วัสดุพลาสติกจากน้ำมันดิบ ฯลฯ หากปล่อยไว้ในระดับปัจจุบัน ระบบนิเวศน์ของโลกจะไม่สามารถปรับตัวได้ จึงต้องมีมาตรการให้มีการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลง

การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะมาจากแหล่งหลักสองประเภทคือจากการใช้พลังงานและจากตัววัสดุเอง หากสามารถลดการใช้งานทั้งสองประเภทนี้ หรือเปลี่ยนไปใช้วัสดุและพลังงานชนิดที่มีการปลดปล่อยน้อยกว่า ก็จะสามารถลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้

แนวทางในการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้านพลังงานนั้น มีการศึกษากันอย่างกว้างขวาง เช่น

สมชาย มณีวรรณและคุษฎี คำบุญเรือง (2551) พบว่าความต้องการปริมาณไฟฟ้าของประเทศไทยมีเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ตอบสนองความต้องการนี้ต้องมีการเพิ่มโรงผลิตไฟฟ้าขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยต้องการทราบว่าหากโรงผลิตไฟฟ้าที่เกิดขึ้นเป็นโรงไฟฟ้าพลังน้ำแทนที่จะเป็นโรงไฟฟ้าจากถ่านหินจะสามารถลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้เท่าใด

ผลการศึกษาพื้นที่ลุ่มน้ำยมที่มีศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าพบพื้นที่ที่มีศักยภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานน้ำจำนวน 52 จุดด้วยกันมีกำลังการผลิตติดตั้ง 30.24 MW สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ 131.52 GW-hr ต่อปี แบ่งเป็นโครงการที่มีการศึกษาและก่อสร้างแล้วเสร็จจำนวน 12 โครงการ มีกำลังการผลิตติดตั้ง 2.04 MW พลังงานไฟฟ้าผลิตได้ 5.964 QW-hr/ปี โครงการที่มีการศึกษา ยังไม่มีการก่อสร้างแต่อยู่ในแผนจำนวน 14 โครงการ มีกำลังการผลิตติดตั้ง 10.627 MW

พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ 51.535 GW-hr /ปี และ โครงการที่เลือกจุดใหม่เพิ่มเติมในลำน้ำสาขา 8 โครงการมีกำลังการผลิตติดตั้ง 14.10 MW พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ 59.117 GW-hr/ปี ซึ่งเมื่อนำข้อมูลศักยภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าในแต่ละจุดมาคิดหาปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่จะสามารถลดลงได้ เทียบกับการผลิตกระแสไฟฟ้าจากถ่านหินพบว่าสามารถลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตกระแสไฟฟ้าจากถ่านหินได้ประมาณ 143,225.28 ตัน/ปี คิดเป็นมูลค่าประมาณ 35,090,193.61 บาท/ปี แบ่งเป็นโครงการใหม่ในกลุ่มน้ำสาขาสามารถลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด สามารถลดได้คิดเป็นร้อยละ 44.92 รองลงมาเป็นโครงการใหม่ในกลุ่มน้ำหลักคิดเป็นร้อยละ 39.16 อันดับ 3 โครงการที่มีอยู่แล้วคิดเป็นร้อยละ 11.39 และสุดท้ายโครงการที่มีการศึกษาและก่อสร้างแล้วเสร็จคิดเป็น 4.53

Chen and Hsu (2008 : 487-492) พบว่าความต้องการไฟฟ้าในไต้หวันมีอัตราที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่เดียวกันอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยพลังงานก็มีอัตราการเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน แนวทางที่จะสามารถลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นี้มีหลายกลยุทธ์ เช่น ภาษีคาร์บอน, มาตรฐานการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์, เชื้อเพลิงทดแทน, การอนุรักษ์พลังงาน, การเพิ่มประสิทธิภาพหน่วยการผลิต และการใช้เทคโนโลยีการดักจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาถึงกลยุทธ์ที่ใช้ในการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากภาคอุตสาหกรรมการผลิตพลังงานของไต้หวัน โดยได้สร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์ เพื่อหากลยุทธ์ในการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้น้อยที่สุด โดยยังสามารถรักษาระดับการผลิตพลังงานไฟฟ้าให้พอเพียงแก่ความต้องการใช้งาน ซึ่งแบบจำลองที่ว่าต้องเพิ่มประสิทธิภาพของหน่วยผลิตไฟฟ้า, การใช้การผลิตไฟฟ้าร่วม (Co generation) เพื่อให้เพียงพอต่อการใช้งานในอนาคต

Dyer and Desjardins (2006 : 107-118) การกำหนดพลังงาน การปลดปล่อยพลังงาน ในฟาร์มอุตสาหกรรม เกษตรกรรมในแคนาดา โดยลดการเผาผลาญพลังงานน้ำมันที่สูงในการทำงานในฟาร์ม ทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยบริหารจัดการ ในการวิเคราะห์นี้ คือ Farm Field work and Fossil Fuel Energy and Emissions (F4E2) โดยการประมาณการที่จะลดการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในอุตสาหกรรมนี้ สำหรับปี 1996 ต้องลดได้ไม่เกิน 2% เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับการสำรวจในปี 1981-2001 ต่อไป

Babusiaux and Pierru (2007 : 828-841) ศึกษาการสร้างแบบจำลองการปันส่วนต้นทุนการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เนื่องจากกฎหมายการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้มีผลกระทบต่อตลาดของยุโรปโดยอุตสาหกรรมถ่านหินน้ำมันนั้น ต้องมีการรวมต้นทุนการ

ปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปในดินทึนด้วย แต่ในอุตสาหกรรมการกลั่นน้ำมันมีหลากหลายกิจกรรมการกลั่นและผลิตภัณฑ์ที่ได้ก็แยกได้หลากหลายชนิด จึงมีความยุ่งยากในการหาวิธีปันส่วนต้นทุนให้กับการผลิตที่ท้ายสุดให้เหมาะสม จากการศึกษาผู้วิจัยพบว่า จะสามารถใส่แบบจำลองประมาณการเชิงเส้นตรงและ การประเมินวัฏจักรชีวิตในการกระจายเพื่อปันส่วนต้นทุนการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ได้

ส่วนอีกแนวทางหนึ่งในการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ คือ การประเมินและเลือกใช้วัสดุที่มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยลง ก็มีการศึกษาอยู่เช่นกัน อาทิ

Gerilla, Teknomo and Hokao (2007 : 2778-2784) ได้ศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมของสิ่งก่อสร้างเพื่อการอยู่อาศัย 2 ประเภทหลัก คือ ไม้ซึ่งเป็นโครงสร้างหลักในญี่ปุ่น และคอนกรีตเสริมเหล็กซึ่งมีอัตราการเพิ่มที่รวดเร็วมากในปัจจุบัน การประเมินจะใช้หลักของพลังงานที่ถูกใช้และการปลดปล่อยออกทางอากาศของก๊าซซึ่งประกอบด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และมวลฝุ่นสารฟุ้งกระจาย โดยการประเมินทั้งหมดจะทำทั่วทั้งวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์

จากการประเมินพบว่าผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของสิ่งก่อสร้างทั้ง 2 ประเภท คอนกรีตเสริมเหล็กมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าไม้ โดยส่งผลให้เกิดปรากฏการณ์โลกร้อนมากที่สุด โดยขั้นตอนที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดคือขั้นตอนของการก่อสร้าง ผู้วิจัยจึงเสนอให้ออกแบบวงจรชีวิตให้ยาวมากขึ้น หรือใช้พลังงานทางเลือกขึ้น เช่นพลังงานแสงอาทิตย์ หรือใช้ทั้ง 2 แบบด้วยกันก็สามารถลดการปลดปล่อยมลพิษคาร์บอนไดออกไซด์ได้

ชนิกานต์ ลิ้มประยูร (2551) ได้ทำการใช้การประเมินวัฏจักรชีวิต ในการประเมินอาคารในประเทศไทย ซึ่งอาคารพักอาศัยหลักในไทยนั้นมีโครงสร้างหลักอยู่ 3 ประเภท คือ โครงสร้างไม้ โครงสร้างคอนกรีต และโครงสร้างเหล็ก ในต่างประเทศพบว่าโครงสร้างไม้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด แต่เนื่องจากในไทยโครงสร้างไม้ยังมีราคาแพง และการจัดการไม้ดีพอทั่วไปจึงนิยม โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก และโครงสร้างเหล็ก ซึ่งผู้วิจัยเลือกนำมาประเมินหาสิ่งแวดล้อม โดยวิธี ผลกระทบ Ecoindicator 99

การประเมินนั้นผู้วิจัยเลือกศึกษาบ้านพักอาศัยขนาดกลาง เป็นอาคารพักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยวมีพื้นที่ 200 ตารางเมตร ตั้งอยู่ในกรุงเทพมหานครมีอายุการใช้งาน 50 ปี กำหนดให้มีผู้อยู่อาศัย 4 คน ใช้น้ำ 350 ลิตรต่อคนต่อวัน ใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 80 กิโลวัตต์/ชั่วโมง ต่อตารางเมตรต่อปี มีการบำรุงรักษาอาคารภายในตามปกติ ระหว่างอายุใช้งานมีการปรับปรุง 1 ครั้ง หลังจากครบอายุมีการทุบทำลาย และนำไปยังสถานที่ฝังกลบ

จากผลการประเมินพบว่า การใช้โครงสร้างเหล็กในอาคารที่อาศัยนั้น มีสรรพภาพทางสิ่งแวดล้อมที่ดีกว่าอาคารคอนกรีตเล็กน้อย และสามารถปริมาณการใช้ซีเมนต์ หิน ทราย และน้ำลงไปประมาณ 10 % เมื่อใช้เนื้อเหล็กเพิ่มขึ้น 27 % พลังงานในช่วงการใช้งานอาคารจะเป็นสัดส่วนมากที่สุดถึง 80% ของพลังงานทั้งหมด ดังนั้นการออกแบบอาคารให้ประหยัดพลังงานและใช้พลังงานจากแหล่งที่สะอาดก่อให้เกิดมลพิษน้อยเป็นหลัก การเลือกใช้วัสดุและการก่อสร้างอาคารส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมลงมา

Gonzalez and Navarro (2006 : 902-909) การลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่ชั้นบรรยากาศ โดยการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการสร้างบ้าน 3 หลัง มีการควบคุมการผลิตตั้งแต่เริ่มต้น จนสร้างบ้านเสร็จ ซึ่งได้เปรียบเทียบกับบ้านที่สร้างขึ้นแบบปกติ และบ้าน 3 หลังนี้ได้ถูกสร้างขึ้นในประเทศสเปน แบบมีระเบียบ เป็นบ้านเชิงทาวเฮาส์ มีกำแพงติดกัน มีลมพัดผ่าน มีการคัดสรรวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างบ้าน โดยแต่ละวัสดุอุปกรณ์ที่เลือกมาสร้างบ้านนั้นได้ถูกคัดสรรมาเพื่อมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าในอุปกรณ์ประเภทเดียวกัน

แม้ว่าจะมีการศึกษาอย่างมากมายในการประเมินปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจกรรมต่างๆ แต่จะพบว่าข้อมูลการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการผลิตเส้นใยในประเทศไทยยังมีอยู่น้อยมาก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้วิเคราะห์ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลงได้จากการลดการใช้ปริมาณพลังงานผ่านการใช้พลังงานทดแทน นอกจากนั้นก็ได้มีการประเมินการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยใช้วัสดุทดแทนซึ่งเป็นการเลือกใช้วัสดุที่มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำกว่าวัสดุเดิม เพราะในอุตสาหกรรมการผลิตเส้นใยสังเคราะห์นั้น สารตั้งต้นที่นำมาใช้จะเป็นพลาสติก ซึ่งพลาสติกนั้นจะเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ซึ่งผ่านกระบวนการสังเคราะห์โดยมีสารตั้งต้นเป็นน้ำมันดิบมีองค์ประกอบหลักเป็นสารไฮโดรคาร์บอนประเภทเดียวกับเชื้อเพลิงฟอสซิล ซึ่งเป็นสารในการให้กำเนิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อีกตัวหนึ่ง ดังนั้นหากสามารถปรับเปลี่ยนวัสดุ ก็สามารถปรับเปลี่ยนอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้เช่นเดียวกัน

บทที่ 3 การดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยเริ่มดำเนินการ โดยการสำรวจสภาพแวดล้อม และข้อมูลเบื้องต้นของโรงงานกรณีศึกษาซึ่งเป็นโรงงานผลิตเส้นใยสังเคราะห์เพื่อเป็นวัตถุดิบในการนำไปใช้ทำเป็นผลิตภัณฑ์พรม โดยทำการสำรวจเพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ตามหลักเกณฑ์สองประเภท คือ จากพลังงานที่ถูกใช้ไปในการผลิต และจากตัววัตถุดิบเอง การรวบรวมข้อมูลได้มาจากข้อมูลรายงานการผลิต และการใช้พลังงานซึ่งมีอุปกรณ์ในการวัดที่ชัดเจน หลังจากนั้นข้อมูลได้ถูกนำมาวิเคราะห์ และประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในสภาพกระบวนการผลิตปกติ ก่อนจะนำเสนอแนวทางที่มีศักยภาพในการที่จะสามารถลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้

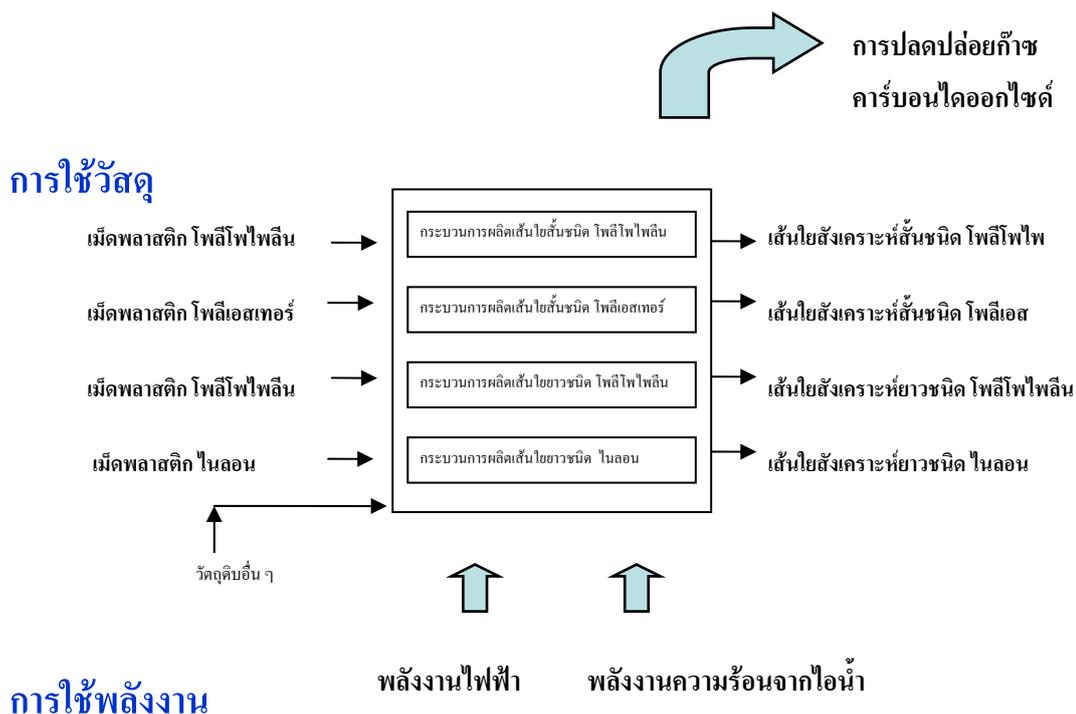
1. การสำรวจข้อมูลเบื้องต้นของโรงงานกรณีศึกษา

1.1 ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงาน

โรงงานตัวอย่างที่ทำการศึกษาคือเป็นโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเส้นใยสังเคราะห์เพื่อนำไปผลิตเป็นพรม โดยเส้นใยสังเคราะห์ที่ผลิตจะมี 4 ประเภทคือเส้นใยสังเคราะห์ชนิดสั้นทำจากโพลีโพลีลีน (PP Staple Fiber) เส้นใยสังเคราะห์ชนิดสั้น ทำจาก โพลีเอสเตอร์ (PET Staple Fiber) เส้นใยสังเคราะห์โพลีโพลีลีนชนิดยาว (PP Filament Fiber) และเส้นใยสังเคราะห์ไนลอน (Nylon Filament Fiber) โดยเส้นใยสังเคราะห์ชนิดสั้นจะถูกนำไปผลิตพรมรถยนต์ ในขณะที่เส้นใยสังเคราะห์ชนิดยาวจะถูกนำไปใช้ผลิตพรมสำหรับที่อยู่อาศัย



ภาพที่ 15 โรงงานผลิตเส้นใยสังเคราะห์กรณีศึกษา



ภาพที่ 16 กระบวนการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ของโรงงานกรณีศึกษา

1.2 กระบวนการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ของโรงงานกรณีศึกษา

กระบวนการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ของโรงงานกรณีศึกษา แสดงไว้ดังภาพที่ 16 การผลิตเส้นใยสังเคราะห์นั้น จะเริ่มจากเม็ดพลาสติกที่ถูกเก็บไว้ในพื้นที่การผลิตจะถูกถล่มมาซึ่ง

กระบวนการผลิตโดยนำไปเก็บไว้ที่ถังพักเม็ดพลาสติก พร้อมทั้งถูกกวนให้ผสมกับเม็ดสีซึ่งทำให้เส้นใยมีสีที่ต้องการ พลาสติกที่ถูกผสมกับเม็ดสีจะถูกส่งไปยังเครื่องอัดหลอมเหลว (Extruder) ซึ่งจะมีเกลียวผลักดันเม็ดพลาสติกให้เข้าไปในห้องผสม ซึ่งมีการใช้ความร้อนแก่พลาสติก ทำให้พลาสติกหลอมเหลว และถูกดันและอัดผ่านหัวฉีด ซึ่งมีรูเล็ก ๆ เจาะไว้ให้พลาสติกหลอมออกมา มีลักษณะเป็นเส้นใยยาวต่อเนื่อง หลังจากนั้นจะมีการใช้ลมเย็นเป่าไปยังเส้นใย เพื่อให้เส้นใยเปลี่ยนสถานะจากของเหลวหนืดเป็นเส้นใยแข็ง

เส้นใยที่ได้จะถูกนำไปเคลือบน้ำยากันไฟฟ้าสถิตย์ และเพิ่มความมันเงาหลังจากนั้นเส้นใยจะถูกดึงยืด โดยใช้ลูกกลิ้งสองตัวที่มีความเร็วรอบไม่เท่ากัน เพื่อให้เส้นใยมีการจัดเรียงโมเลกุลที่เป็นระเบียบ ซึ่งมีผลให้เส้นใยมีความเหนียว ดังภาพที่ 17



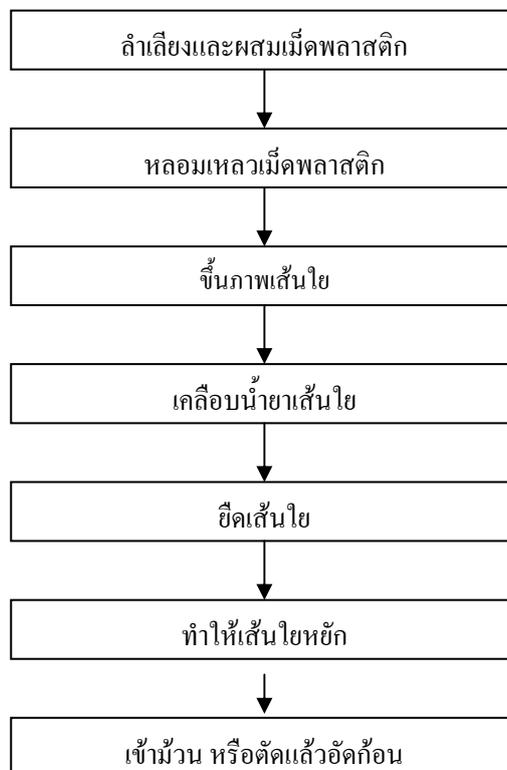
ภาพที่ 17 เส้นใยสังเคราะห์ในกระบวนการดึงยืดโดยลูกกลิ้ง

เส้นใยขณะนี้จะมีลักษณะตรงไม่เหมาะกับการใช้งานเนื่องจากยังแข็งกระด้าง ดังนั้นจึงถูกนำไปบดกระแทกโดยใช้ความร้อนจากไอน้ำหรือลมแรงดันสูงช่วย เพื่อให้เส้นใยเป็นหยัก ซึ่งจะทำให้เกิดความฟูและมีสัมผัสที่ดีเมื่อนำไปใช้งาน หลังจากนั้นเส้นใยที่ยาวต่อเนื่องจะถูกเข้าม้วน หรือตัดเป็นเส้นสั้น ๆ โดยเครื่องตัดเส้นใยดังแสดงในภาพที่ 18



ภาพที่ 18 เส้นใยสังเคราะห์ในกระบวนการตัด

เส้นใยสั้นจะถูกอัดก้อนเข้าถุงเพื่อเก็บไว้ก่อนนำไปใช้งาน ส่วนเส้นใยยาวจะถูกเข้าม้วนกับหลอดด้าย กระบวนการผลิตสามารถสรุปขั้นตอนเป็นแผนผังดังภาพที่ 19



ภาพที่ 19 กระบวนการผลิตเส้นใยสังเคราะห์

เส้นใยที่ได้จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ เส้นใยชนิดยาวซึ่งจะถูกเข้าม้วนก่อนนำไปเข้ากระบวนการทอเป็นพรม กับอีกประเภทหนึ่ง คือเส้นใยชนิดสั้น ซึ่งถูกอัดเป็นก้อนก่อนนำไปใช้ทำพรมอัด ซึ่งใช้ในอุตสาหกรรมรถยนต์



ภาพที่ 20 เส้นใยสังเคราะห์ชนิดสั้น



ภาพที่ 21 เส้นใยสังเคราะห์ชนิดสั้นอัดก้อนในบรรจุภัณฑ์



ภาพที่ 22 เส้นใยสังเคราะห์ชนิดยาว

2.ศึกษาและเก็บข้อมูลปัจจัยที่มีผลต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

การศึกษาปัจจัยที่มีผลในการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นั้น จะใช้หลักเกณฑ์ใหญ่ๆ สองประเภทคือ จากพลังงานที่ใช้และจากวัตถุดิบที่ใช้ผลิต

2.1 พลังงานที่ใช้

พลังงานที่ใช้ในโรงงาน ได้แก่ พลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อน และไอน้ำจะถูกศึกษาถึงรูปแบบการใช้ และถูกวัดปริมาณ ซึ่งข้อมูลการใช้ไฟฟ้าจะได้จากการวัดโดยอุปกรณ์และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Vacon SCADA ซึ่งมีการติดตั้งและใช้งานในการตรวจวัดการใช้ไฟฟ้าในโรงงาน ส่วนข้อมูลการใช้ไอน้ำ และปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตไอน้ำนั้นถูกวัดและรายงานมาจากฝ่ายวิศวกรรมซึ่งดูแลการผลิตและจัดการระบบการใช้ไอน้ำในโรงงาน โดยปริมาณพลังงานที่ใช้ และปริมาณเชื้อเพลิงน้ำมันเตาที่ใช้ในการผลิตไอน้ำ แสดงไว้ในภาคผนวก ข

2.2 วัตถุดิบที่ใช้

งานวิจัยได้ศึกษาและเก็บรวบรวมปริมาณ และชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต โดยใช้ข้อมูล รายงานการผลิตประจำเดือน และรวบรวมข้อมูลมาใช้ในช่วงเวลาที่ประเมิน โดยเก็บรวบรวมรายงานการใช้วัตถุดิบเดือนมกราคม – ธันวาคม 2551 โดยข้อมูลแสดงไว้ในภาคผนวก ข

3. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณของพลังงาน / วัตถุประสงค์ที่ใช้

การวัดปริมาณพลังงาน/วัตถุประสงค์ที่ใช้ จะถูกประเมินความถูกต้อง ความเชื่อถือได้ ความแตกต่าง ของแต่ละสายการผลิต โดยการใช้พลังงานการผลิต พร้อมทั้งวัด วิเคราะห์ หาอัตราการ ใช้พลังงานของแต่ละกระบวนการ โดยใช้ปริมาณการใช้พลังงานของเครื่องจักรรวมของแต่ละ กระบวนการผลิต

ตารางที่ 3 พลังงานกระบวนการผลิต ขั้นตอนการลำเลียง และผสมเม็ดพลาสติก

ขั้นตอน กระบวนการ	แหล่งพลังงาน ขนาด และศักยภาพพลังงาน	ระดับศักยภาพ พลังงานที่ควบคุม	ระดับศักยภาพพลังงานที่ ป้อนเข้ากระบวนการ	ระดับศักยภาพพลังงานที่ เหลือจากกระบวนการผลิต
ลำเลียงและผสม เม็ดพลาสติก	-หม้อแปลงไฟฟ้า 2500 KVA 395V -ปั๊มลมแบบสกรู ขนาด 110 KW 1 ตัว ความดันลม 7.5 บาร์	-ระดับแรงลมไฟฟ้า 380 V -ความดันลมเข้า กระบวนการที่ 5 บาร์	-ใช้พลังงานไฟฟ้าขับเคลื่อน ขนาด 3.6 KW เพื่อดูดเม็ด พลาสติกขึ้นถังผสม -ใช้พลังงานไฟฟ้าขับเคลื่อน ขนาด 0.75 KW ขับเคลื่อน ใบพัดให้พลาสติกผสมกัน -ใช้พลังลมขับเคลื่อนกระบอกลม 4 บาร์ เพื่อเปิด – ปิด การ ปล่อยเม็ดพลาสติกเข้าเครื่อง หลอมเหลว	-ลมที่มอเตอร์ดูดเม็ดปล่อย ออกมาพร้อมฝุ่นพลาสติก เล็กน้อย

จากนั้น นำการใช้พลังงานของแต่ละกระบวนการและเครื่องจักรมาหาสัดส่วนการใช้พลังงาน ดังแสดงในตารางที่ 4 เพื่อให้ทราบว่าอัตราการ ใช้พลังงานกระบวนการใดที่มีการใช้มากที่สุด หรือมีศักยภาพในการลดได้มากที่สุด โดยข้อมูลสัดส่วนการใช้พลังงานของแต่ละ กระบวนการแสดงไว้ในภาคผนวก ค

ตารางที่ 4 การใช้พลังงานจากกระบวนการผลิตเส้นใยสังเคราะห์สั้นชนิดโพลีเอสเตอร์

เครื่องจักรหลัก	กระบวนการผลิต	ขนาดพิกัด	จำนวน	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อชั่วโมง			ร้อยละจากแต่ละกระบวนการผลิต	รวมร้อยละจากแต่ละกระบวนการ
				(kWh)	(HP)	(MJ)		
Chiller	อบเม็ดพลาสติก	25	2	50	37.02	180.00	8.70	16.34
Chip tank		0	1	0	0.00	0.00	0.00	
Chip Crystallizers		34.5	1	34.5	46.25	124.20	6.00	
Dehumidifying Dryer		3	1	3	4.02	10.80	0.52	
Chip Dryer No.1		3.5	1	3.5	4.69	12.60	0.61	
Chip Dryer No.2		2.9	1	2.9	3.89	10.44	0.50	
Auto Loader No.1	ลำเลียงและผสมเม็ดพลาสติก	0.8	1	0.8	1.07	2.88	0.14	0.97
Auto Loader No.2		1.8	1	1.8	2.41	6.48	0.31	
Auto Loader No.3		3	1	3	4.02	10.80	0.52	
Dosing Unit	หลอมเหลวเม็ดพลาสติก	2	1	2	2.68	7.20	0.35	42.26
Extruder		231.5	1	231.5	310.32	833.40	40.27	
AHU		5	1	5	6.70	18.00	0.87	
Spinning Pump		4.4	1	4.4	5.90	15.84	0.77	
Quenching Chamber	ขึ้นภาพเส้นไหม	4.4	1	4.4	5.90	15.84	0.77	0.77
Spin Finish Oil No.1	เคลือบน้ำยาเส้นไหม	1.8	1	1.8	2.41	6.48	0.31	0.31
Godet No.1	ยัดเส้นไหม	5.9	1	5.9	7.91	21.24	1.03	15.33
Godet No.2		9.8	1	9.8	13.14	35.28	1.70	
Water Tank		21.3	1	21.3	28.55	76.68	3.71	
Godet No.3		28.3	1	28.3	37.94	101.88	4.92	
Godet No.4		22.3	1	22.3	29.89	80.28	3.88	
Conditioning Oven		0.5	1	0.5	0.67	1.80	0.09	
Crimper	ทำเส้นไหมให้หยัก	17.8	1	17.8	23.86	64.08	3.10	3.10
Hot Oil	อบเส้นไหม	71	1	71	95.17	255.60	12.35	15.14
Spin Finish Oil No.2		2.5	1	2.5	3.35	9.00	0.43	
Crimp set Oven		13.5	1	13.5	18.10	48.60	2.35	
Tension Roller	ตัดเส้นไหมให้ขาด	3.3	1	3.3	4.42	11.88	0.57	4.30
Cutter Drum		21.04	1	21.4	28.69	77.04	3.72	
Baler	เก็บเส้นไหมเข้าถุง	8.6	1	8.6	11.53	30.96	1.50	1.50
รวม		-	1 ชุด	575	771	2,069	100.0	100

4.การประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

จะใช้หลักเกณฑ์สองประเภท คือจากการใช้พลังงานและจากตัววัสดุที่ใช้ในการผลิต

4.1 การประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงาน

การประเมินได้พิจารณาตามข้อกำหนดด้านสิ่งแวดล้อม แนวทางการประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานของ IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC) และสัดส่วนการใช้พลังงานขั้นปฐมภูมิของประเทศไทยในการผลิตกระแสไฟฟ้าซึ่งได้มาจากฐานข้อมูลอนุรักษ์พลังงาน ปี 2550 โดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน



ภาพที่ 23 สัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงต่าง ๆ ของประเทศไทย ปี 2550

ตารางที่ 5 ค่าพลังงานความร้อนของเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ

ประเภท	ชนิด	หน่วย	ค่าความร้อนเฉลี่ย(MJ/หน่วย)
ไฟฟ้า	พลังงานไฟฟ้า	กิโลวัตต์ - ชั่วโมง	3.60
ก๊าซ	ก๊าซธรรมชาติ ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) 1 kg. = 0.56 Liter	ล้านบีทียู/ลูกบาศก์ฟุต	1055
		กิโลกรัม	50.23
		ลิตร	26.62
เชื้อเพลิงเหลว	น้ำมันเตา เกรด A น้ำมันเตา เกรด C น้ำมันดีเซล	ลิตร	37.78
		ลิตร	39.77
		ลิตร	36.42
เชื้อเพลิงแข็ง	ถ่านหินลิกไนท์ แกลบ ชานอ้อย ขี้เลื่อย	กิโลกรัม	10.47
		กิโลกรัม	14.4
		กิโลกรัม	7.53
		กิโลกรัม	10.88

ที่มา : กรมพัฒนางานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, “ฐานข้อมูลอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2545,”
เอกสารเผยแพร่, 2545. (อัครา)

ตารางที่ 6 การปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แยกตามชนิดเชื้อเพลิง

ชนิดเชื้อเพลิง	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปลดปล่อย(Mg CO ₂ /TJ)
น้ำมันดีเซล	74.07
น้ำมันดิบ	70.26
น้ำมันเตา	71.64
LPG	63.07
NG	56.10
ไม้	110.07
ถ่านไม้	110.44
แกลบข้าว	114.58
กากอ้อย	219.12
ไฟฟ้า	201.81

ที่มา : กรมพัฒนางานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, “ฐานข้อมูลอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2545,”
เอกสารเผยแพร่, 2545. (อัครา)

จากปริมาณการใช้พลังงานและอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ของเชื้อเพลิงแต่ละตัว ก็สามารถหาปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้โดย

$$\begin{aligned} & \text{ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์จากการใช้พลังงาน} \\ & = \text{อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์ต่อ} \\ & \quad \text{หน่วยของพลังงานชนิดนั้น} \times \text{ปริมาณการใช้พลังงาน} \end{aligned} \quad (1)$$

ตัวอย่างการคำนวณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานไฟฟ้าของการผลิตเส้นใยในลอน

การผลิตเส้นใยในลอนมีการใช้พลังงานไฟฟ้า 1,643,176 kWh

(จากรายงานการใช้พลังงานในการผลิตภาคผนวก ข)

พลังงานไฟฟ้ามีค่าความร้อนเฉลี่ย 3.6 MJ/kWh

(จากตารางที่ 5)

พลังงานไฟฟ้ามีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 201.81 MgCO₂/TJ

(จากตารางที่ 6)

ดังนั้น มีการปลดปล่อย CO₂จากการใช้พลังงานไฟฟ้า

$$\begin{aligned} & = \frac{1,643,176 \text{ kWh} \times 3.6 \text{ MJ/kWh} \times 201.81 \text{ Mg CO}_2/\text{TJ} \times 1,000}{1,000,000} \\ & = 1,193,794 \text{ kg CO}_2/\text{ปี} \end{aligned}$$

ตัวอย่างการคำนวณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานความร้อนจากไอน้ำ ซึ่งผลิตจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงน้ำมันเตา แล้วใช้ในกาผลิตเส้นใยโพลีเอสเตอร์สั้น

การผลิตเส้นใยสั้นโพลีเอสเตอร์มีการใช้น้ำมันเตา 301,226 ลิตร

(จากข้อมูลการผลิตภาคผนวก ข)

น้ำมันเตาซึ่งมีค่าความร้อน 39.77 MJ/ลิตร

(จากตารางที่ 5)

เมื่อเผาไหม้จะมีความร้อน 301,226 ลิตร x 39.77 MJ/ลิตร = 11,979,758 MJ

ในการใช้พลังงานความร้อน 11,979,758 MJ นี้

ถ้าผลิตจากน้ำมันเตาซึ่งมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 71.61 MgCO₂/TJ

(จากตารางที่ 6)

ดังนั้นจะมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

$$= \frac{11,979,758 \text{ MJ} \times 71.64 \text{ MgCO}_2 / \text{TJ}}{1,000,000}$$

$$= 858,230 \text{ KgCO}_2$$

ข้อมูลการคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดแสดงไว้ใน
ภาคผนวก ก

4.2 การประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้วัสดุ

ข้อมูลการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของวัสดุแต่ละชนิด สามารถหาได้จากฐานข้อมูลของผู้ผลิตเม็ดพลาสติก สำหรับงานวิจัยนี้ใช้ฐานข้อมูลของสมาคมพลาสติกยุโรป ดังตารางที่ 7 เป็นฐานข้อมูลในการคำนวณ ซึ่งข้อมูลในตารางที่นั้นแสดงให้เห็นถึงปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของวัสดุแต่ละตัวต่อหน่วยผลิต โดยผู้ผลิตเองทำการประเมินจากกระบวนการผลิตของตนเองโดยใช้หลักการของพลังงานในการแปรรูป (Embodies Energy) จึงสามารถทราบได้ว่าเมื่อมีการผลิตเม็ดพลาสติกหนึ่งหน่วยจะมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่บรรยากาศโลกเป็นปริมาณเท่าใด เช่นจากตารางที่ 7 ในการผลิตเม็ดพลาสติกไนลอนขึ้นใหม่จำนวน 1 กิโลกรัมนั้นผู้ผลิตได้ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่บรรยากาศโลกเป็นปริมาณ 5.460888471 กิโลกรัม

ตารางที่ 7 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แยกตามชนิดวัสดุ

ชนิดวัสดุ	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปลดปล่อย (Kg CO ₂ / Kg)
เม็ดพลาสติก โพลีเอสเตอร์, PET	2.922670465
เม็ดพลาสติก โพลีโพลีลีน, PP	1.670021051
เม็ดพลาสติก ไนลอน ,PA6	5.460888471
ลวดโลหะ	1.099686982
น้ำมันปาล์มดิบ	0

ที่มา :Plastic Europe Association, Environmental Product Declaration of European plastics

Manufacturers. [Online]. Accessed 5 November 2008. Available from <http://www.plasticsEurope.org>

จากปริมาณการใช้วัตถุดิบและอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ของวัสดุ
แต่ละตัวก็สามารถคำนวณหาปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้โดย

$$\begin{aligned} & \text{ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์จากการใช้วัสดุ} \\ & = \text{อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยของ} \\ & \text{วัสดุนั้น} \times \text{ปริมาณการใช้วัตถุดิบ} \quad (2) \end{aligned}$$

ตัวอย่างการคำนวณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากการใช้เม็ดพลาสติกในลอน

การปลดปล่อยต่อหน่วยของเม็ดพลาสติกในลอน 5.460888471 Kg CO₂/Kg ในลอน
(จากตารางที่ 7)

มีการใช้เม็ดพลาสติกในลอน 611,032 Kg/ปี

(จากภาคผนวก ข)

ดังนั้นมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้เม็ดพลาสติกในลอน

$$= 5.460888471 \text{ Kg CO}_2 / \text{Kg} \times 611,032 \text{ Kg/ปี}$$

$$= 3,336,778 \text{ Kg CO}_2 / \text{ปี}$$

ข้อมูลการคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดแสดงไว้ใน
ภาคผนวก ก

4.3 การหาช่วงความเชื่อมั่นของผลการประเมินปริมาณการปลดปล่อยก๊าซ
คาร์บอนไดออกไซด์

เมื่อได้ปริมาณการปลดปล่อยปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งจากแหล่งการใช้
วัสดุและแหล่งการใช้พลังงานแล้ว ข้อมูลจะถูกสรุปเป็นปริมาณการปลดปล่อยก๊าซ
คาร์บอนไดออกไซด์รายเดือนของทั้งปี แล้วทำการคำนวณหาค่าเฉลี่ยรายเดือนและส่วนเบี่ยงเบน
มาตรฐานซึ่งสามารถแสดงได้ดังตาราง

ตารางที่ 8 ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ (กิโลกรัม CO₂)

เดือน	ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ (กิโลกรัม CO ₂)		
	จากการใช้วัสดุ	จากการใช้พลังงาน	การปลดปล่อยรวม
มกราคม	396,352	662,890	1,059,242
กุมภาพันธ์	731,579	639,755	1,371,334
มีนาคม	367,072	364,290	731,362
เมษายน	542,147	672,485	1,214,631
พฤษภาคม	546,780	301,784	848,563
มิถุนายน	662,810	439,189	1,101,999
กรกฎาคม	856,482	690,381	1,546,863
สิงหาคม	866,701	700,670	1,567,372
กันยายน	687,512	423,630	1,111,142
ตุลาคม	253,954	351,904	605,858
พฤศจิกายน	496,861	351,944	848,805
ธันวาคม	242,288	222,900	465,187
ค่าเฉลี่ยต่อเดือน	554,212	485,152	1,039,363
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	213,397	175,177	353,158

หลังจากนั้นการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดจะถูกนำมาคำนวณช่วงความเชื่อมั่น โดยใช้ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% โดยมีตัวอย่างการคำนวณดังนี้

$$\mu = \bar{X} \pm ts / \sqrt{n}$$

μ = ช่วงปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

\bar{X} = ค่าเฉลี่ยการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์รายเดือน

t = ค่าการกระจายตัวแบบ t ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยมีองศาอิสระเป็น 11

S = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

n = จำนวนข้อมูล 12 ข้อมูลจาก 12 เดือน

เมื่อแทนค่าในสมการจะได้ดังนี้

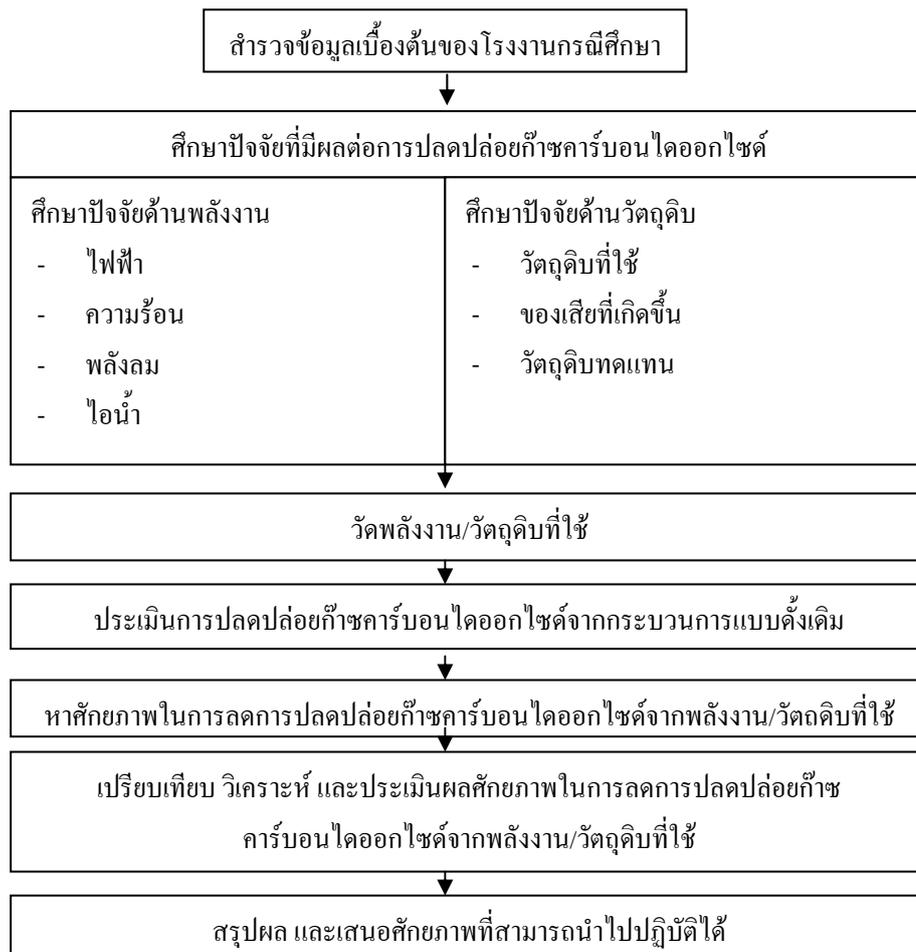
$$\mu = 1,039,363 \pm (2.2)(353,158) / (\sqrt{12})$$

= 1,039,363 ± 224,286 กิโลกรัม CO₂/เดือน หรือ 12,472,359 ± 2,691,428 กิโลกรัม CO₂/ปี

ข้อมูลการคำนวณช่วงปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ทั้งหมดแสดงไว้ในภาคผนวก ก

5. สรุปผลและนำเสนอแนวทางในการลดการปลดปล่อย ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีศักยภาพเหมาะสมแก่การนำไปปฏิบัติได้

ทำการสรุปข้อมูลการประเมิน รวมทั้งนำเสนอศักยภาพที่สามารถลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทั้งในแนวทางการลดเพื่อการใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น หรือการปรับเปลี่ยนวัตถุดิบที่ใช้ให้เป็นวัตถุดิบที่มีอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่น้อยลง อาทิ เช่น การใช้เม็ดพลาสติกจากการใช้เม็ดพลาสติกที่ต้องผลิตใหม่ มาเป็นการใช้เม็ดพลาสติกชนิดรีไซเคิล เป็นต้น โดยสามารถอธิบายเป็นแผนภาพขั้นตอนการวิจัยได้ดังภาพที่ 24



ภาพที่ 24 แผนภาพขั้นตอนการวิจัย

บทที่ 4 ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ทำการประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากกระบวนการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ 4 ชนิด คือ เส้นใยโพลีโพลีเอสเตอร์ชนิดสั้น เส้นใยโพลีโพลีเอสเตอร์ชนิดยาว เส้นใยโพลีเอสเตอร์ชนิดสั้น และเส้นใยไนลอนชนิดยาว โดยอาศัยหลักเกณฑ์การใช้พลังงาน ในกระบวนการผลิต และการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากตัววัตถุดิบเองเป็นหลัก ในการประเมิน ผลของการประเมินจะถูกคำนวณหาช่วงความเชื่อมั่น โดยใช้ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หลังจากทราบผลการประเมินจึงได้สรุปและนำเสนอศักยภาพในการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เป็นไปได้

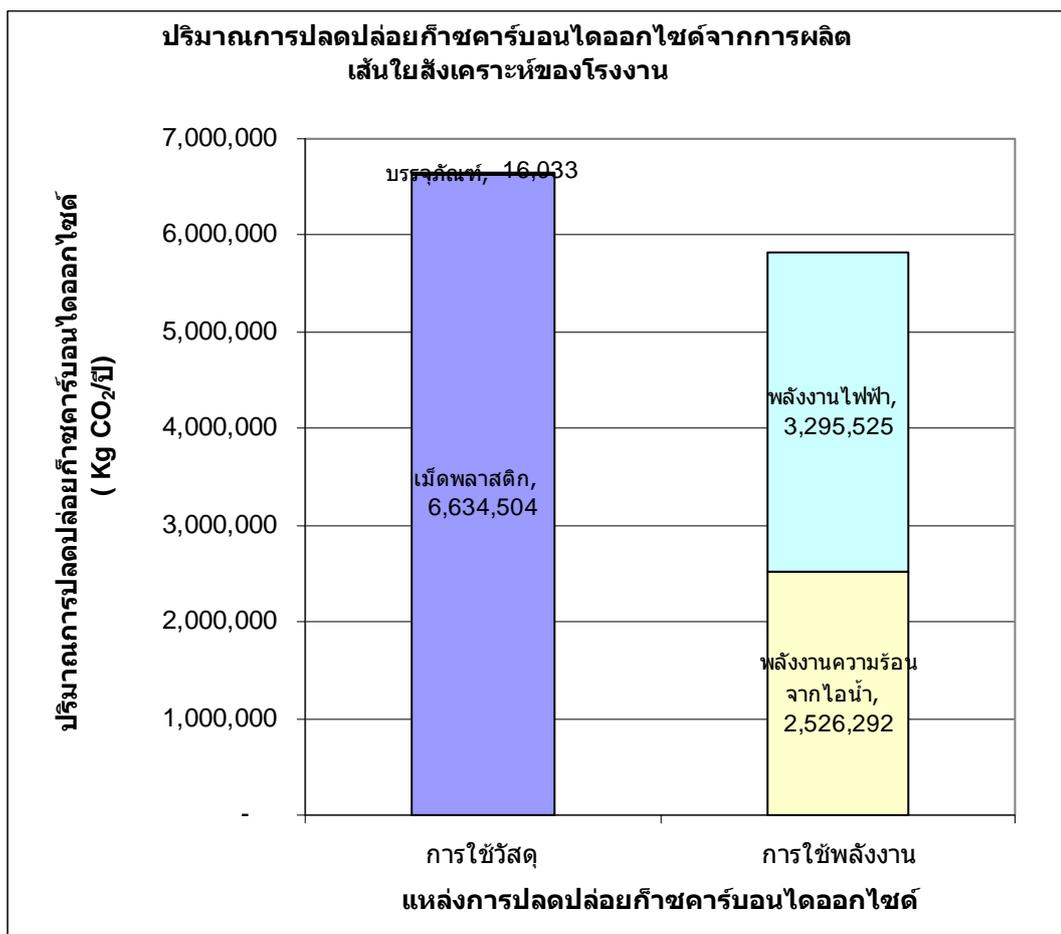
1.ผลการประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

1.1 ผลการประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์รวมทั้งหมดของการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ของโรงงานกรณีศึกษา

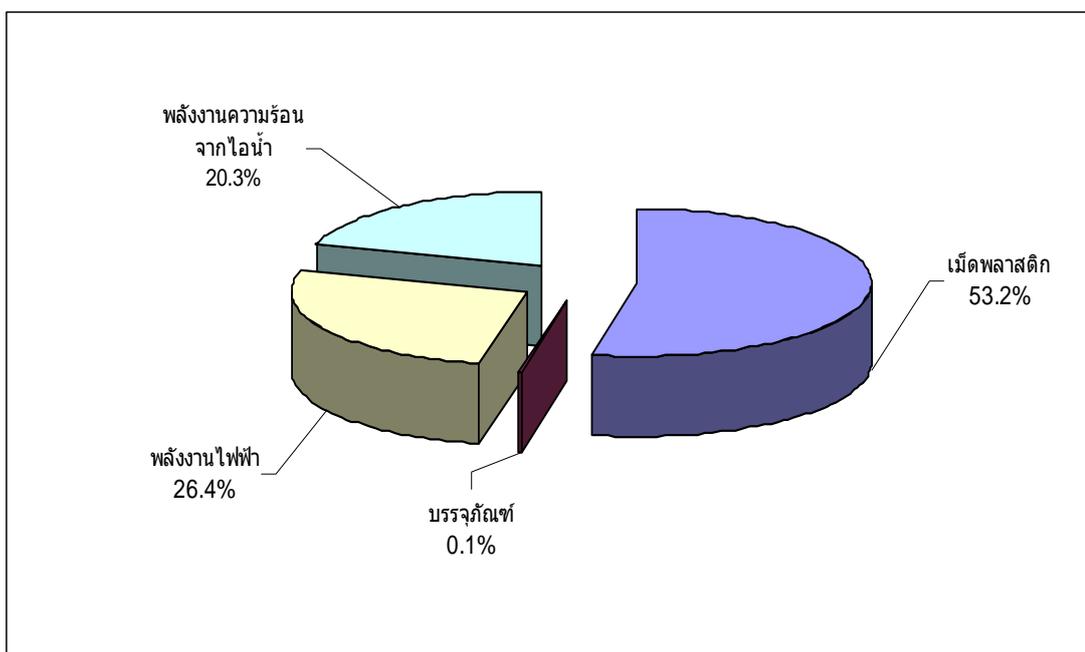
ผลการประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์ ของเส้นใยสังเคราะห์ของโรงงานนั้นแสดงในภาพที่ 24 โดยแผนภาพแสดงถึงปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีหน่วยเป็นกิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปีในแกนตั้ง แกนนอนแสดงแหล่งกำเนิดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์ ซึ่งจากแหล่งการใช้วัตถุดิบและแหล่งการใช้พลังงาน ผลการประเมินพบว่า โรงงานตัวอย่างมีอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ รวมทั้งหมด $12,472,359 \pm 2,691,428$ กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี (ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยรายละเอียดการคำนวณแสดงไว้ในภาคผนวก ก) โดยมาจากการใช้วัสดุ $6,650,537 \pm 1,626,300$ กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี และมาจากการใช้พลังงาน $5,821,817 \pm 1,335,036$ กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี การปลดปล่อยจากวัตถุดิบนั้นจะมาจากสองแหล่งคือจากการใช้เม็ดพลาสติกซึ่งเป็นวัตถุดิบในการผลิต ซึ่งมีถึง 6,634,504 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี หรือคิดเป็น 53.2% ของการปลดปล่อยทั้งหมด แหล่งที่สองวัสดุบรรจุภัณฑ์ซึ่งมีเพียง 16,033 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี หรือคิดเป็น 0.1% ของการปลดปล่อยทั้งหมด ส่วนการปลดปล่อยจากการใช้พลังงานนั้น ก็มีมาจากสองแหล่งคือการใช้พลังงานไฟฟ้าจำนวน 3,295,525 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปีหรือ คิดเป็น 26.4 % ของการปลดปล่อยทั้งหมด และการใช้พลังงาน

ความร้อนจากไอน้ำจำนวน 2,526,292 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปีหรือคิดเป็น 20.3% ของการปลดปล่อยทั้งหมด สัดส่วนการปลดปล่อยนี้แสดงไว้ในภาพที่ 25

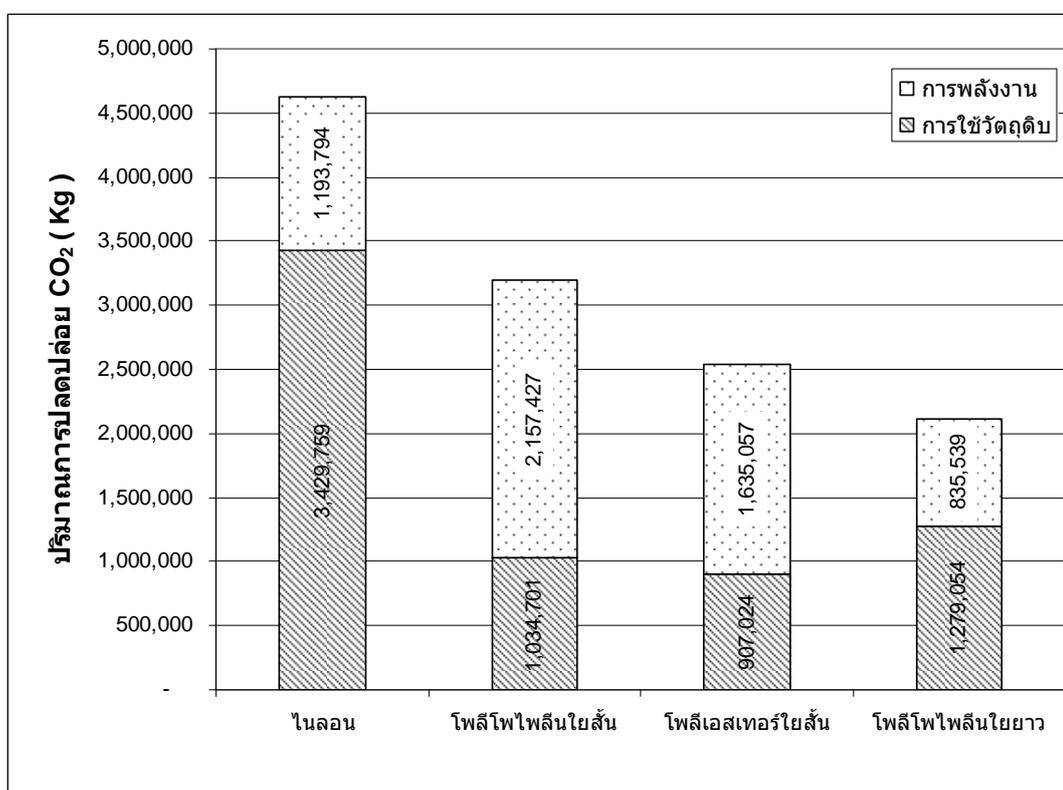
จากข้อมูลจะพบว่า การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของโรงงาน จะมีผลจากการใช้วัสดุมากกว่าจากการใช้พลังงาน โดยมีมากถึง 53.3% ของทั้งหมด โดยการปลดปล่อยจากภาควัสดุนั้นเกือบทั้งหมดมาจากการใช้เม็ดพลาสติกซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต ส่วนบรรจุภัณฑ์นั้นมีผลต่อการปลดปล่อยรวมเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ขณะที่การปลดปล่อยจากภาคพลังงานมีรวม 46.7% โดยจากการใช้ไฟฟ้านั้นจะมากกว่าการใช้พลังงานความร้อน เพราะพลังงานไฟฟ้านั้นสามารถนำไปแปรรูปใช้ได้ทั้งพลังงานกลในการขับเคลื่อนมอเตอร์ การควบคุม หรือให้ความร้อนเพื่อการหลอมเหลวหรือแปรรูปพลาสติกซึ่งใช้ได้ตลอดทั่วทั้งกระบวนการผลิต ขณะที่พลังงานความร้อนจากไอน้ำสามารถใช้ได้ที่กระบวนการทำเส้นใยให้หยักของเส้นใยชนิดสั้นเท่านั้น แต่ก็มีสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน



ภาพที่ 25 ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามแหล่งกำเนิดจากการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ของโรงงาน



ภาพที่ 26 สัดส่วนการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามแหล่งกำเนิดจากการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ของโรงงาน



ภาพที่ 27 ปริมาณการปลดปล่อยจากการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ของโรงงาน

เมื่อเปรียบเทียบด้านแหล่งปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากวัสดุและพลังงานของเส้นใยแต่ละชนิด ข้อมูลแสดงให้เห็นว่าเส้นใยยาวซึ่งได้แก่เส้นใยในลอน และเส้นใยโพลีโพลีลินยาวนั้น มีการปลดปล่อยจากวัสดุมากกว่าจากการใช้พลังงาน ขณะที่เส้นใยสั้นซึ่งได้แก่ เส้นใยโพลีโพลีลินสั้นและโพลีเอสเตอร์มีลักษณะตรงกันข้ามคือมีการปลดปล่อยจากการใช้พลังงานมากกว่าการใช้วัสดุ ทั้งนี้ เพราะกระบวนการผลิตเส้นใยสั้นนั้นมีการบวนการผลิตที่ใช้เวลานานและใช้เครื่องจักรที่มีปริมาณมากกว่ากระบวนการผลิตเส้นใยยาว จึงมีผลด้านการใช้พลังงานที่เด่นชัดกว่า

ด้านการวิเคราะห์ปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของการผลิตเส้นใยแต่ละตัว มีแนวโน้มจะเป็นไปตามการปลดปล่อยของวัตถุดิบเม็ดพลาสติกที่ใช้ คือ ในลอน โพลีเอสเตอร์ และโพลีโพลีลินตามลำดับ โดยการปลดปล่อยต่อหน่วยผลิตภัณฑ์นั้นแสดงไว้ในภาพที่ 29 แต่เนื่องจากมีปริมาณการผลิตและผลของการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตมารวมด้วย ดังแสดงไว้ในตารางที่ 8 จึงทำให้เส้นใยโพลีโพลีลินสั้นมีการปลดปล่อยมาเป็นลำดับที่สอง โดยมีมากกว่าเส้นใยโพลีเอสเตอร์สั้น

เส้นใยที่มีผลการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงที่สุดนั้นคือในลอน โดยมีการปลดปล่อยที่มากทั้งจากการใช้พลังงานและจากตัววัสดุเอง ทั้งนี้เพราะในลอนเป็นวัสดุที่มีโครงสร้างทางเคมีที่มีการยึดเกี่ยวทางพันธะเคมีมากกว่าพลาสติกทั้งสองชนิดที่เหลือ ซึ่งก็ส่งผลให้มีความทนทานต่อการใช้งานที่สูง มีจุดหลอมเหลวที่สูง มีความยากในการแปรสภาพและต้องใช้อุณหภูมิสูง รวมทั้งใช้พลังงานในการขับเคลื่อนการไหลและการดึงยึดเป็นเส้นใยมาก ขณะเดียวกันในลอนเองเป็นวัสดุที่มีกำเนิดได้จากปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชันของคาร์โปแลคตัม ซึ่งในการผลิตก็จะมีค่าความชื้นสูงและใช้พลังงานสูงด้วยเช่นกัน ส่วนการใช้งานเส้นใยชนิดนี้นั้นจะถูกใช้ในการผลิตพรมสำหรับที่ต้องการความทนทานในการใช้งาน โดยจะเป็นพรมในที่อยู่อาศัยและอาคารสำนักงาน

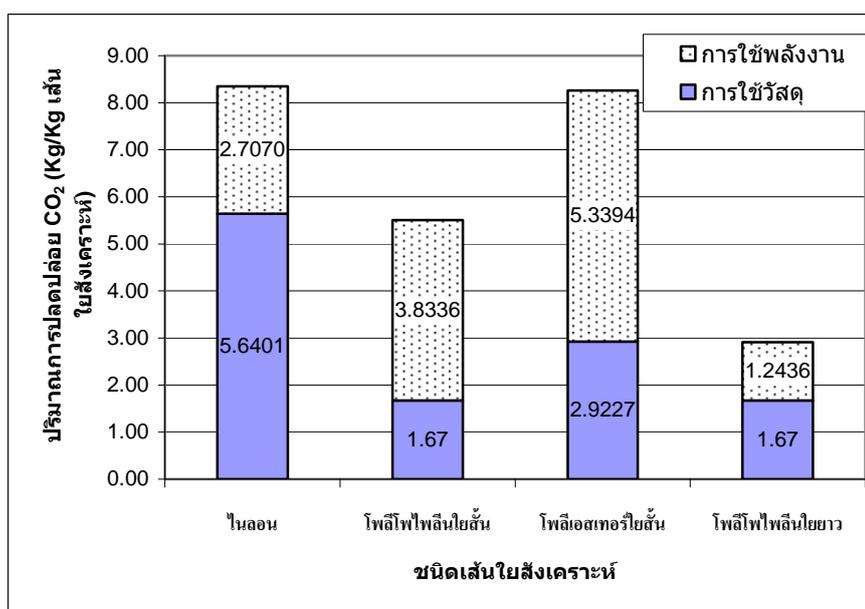
ส่วนเส้นใยโพลีโพลีลินยาวซึ่งเป็นเส้นใยสังเคราะห์ที่มีการผลิตและการใช้งานปริมาณมากที่สุด แต่การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กลับมีน้อยสุด ทั้งนี้เพราะมีการใช้พลังงานในการแปรรูปไม่มาก และตัววัสดุมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำกว่าพลาสติกชนิดอื่น เพราะมีการสังเคราะห์จากก๊าซโพลีโพลีลิน ซึ่งทำได้ง่ายและมีมวลโมเลกุลต่ำกว่า แต่คุณสมบัติด้านการใช้งานของเส้นใยสังเคราะห์โพลีโพลีลินนั้น จะมีความสามารถในการคืนตัวต่ำ ความทนทานต่อการใช้งานและการทนความร้อนที่ยังน้อยกว่าเส้นใยสังเคราะห์ชนิดอื่นซึ่งก็เป็นข้อจำกัดของเส้นใยชนิดนี้จากคุณสมบัติของวัสดุเอง ดังนั้นเส้นใยชนิดนี้จึงถูกใช้ทำพรมสำหรับที่

ไม่ต้องการความทนทานในการใช้งานมากนัก โดยจะเป็นพรมในที่อยู่อาศัยและอาคารสำนักงานทั่วไป

ส่วนเส้นใยสังเคราะห์ชนิดโพลีเอสเตอร์นั้นมีความทนทานรองจากไนลอนและสูงกว่า โพลีโพลีเอสเตอร์มีปริมาณการผลิตที่ต่ำสุด เพราะมีการใช้งานในเฉพาะในการทำพรมสำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์เท่านั้น

ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่า การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นั้นเมื่อพิจารณาจากแหล่งปลดปล่อยพบว่าปริมาณมาจากการใช้วัสดุมากกว่าการใช้พลังงาน โดยการใช้วัสดุจะมาจากการใช้เม็ดพลาสติกเป็นหลัก ขณะที่การใช้พลังงานนั้นเป็นผลจากการใช้ไฟฟ้าและการใช้ความร้อนจากไอน้ำมีปริมาณที่ใกล้เคียงกันเมื่อพิจารณาตามชนิดของเส้นใยที่ผลิตพบว่าปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีปริมาณมากไปหาน้อยเรียงตามลำดับคือ เส้นใยไนลอน เส้นใยโพลีโพลีเอสเตอร์ เส้นใยโพลีเอสเตอร์เส้น และเส้นใยโพลีโพลีเอสเตอร์ยาวตามลำดับ โดยมีการปลดปล่อยรวมทั้งหมด $12,472,359 \pm 2,691,428$ กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี

จะเห็นได้ว่าเส้นใยสังเคราะห์แต่ละชนิดมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่เหมือนกัน ทั้งนี้มาจากการใช้วัตถุดิบและพลังงานในการผลิตที่ไม่เท่ากัน อีกทั้งใช้งานอันเนื่องมาจากคุณสมบัติทางกายภาพก็ไม่เหมือนกัน ดังนั้นการใช้งานเส้นใยสังเคราะห์ให้เหมาะสมกับคุณสมบัติก็จะทำให้ไม่มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกินความจำเป็น



ภาพที่ 29 สัดส่วนการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์จากการผลิตเส้นใยสังเคราะห์แต่ละชนิด

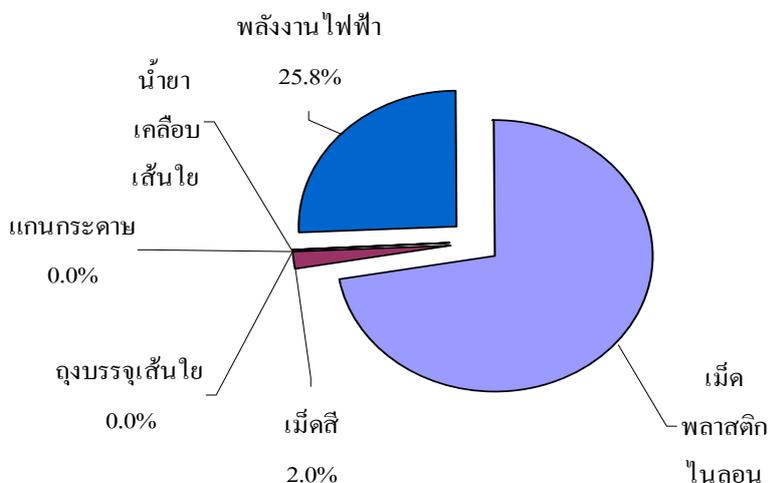
ตารางที่ 9 สรุปการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากแหล่งต่างๆ

ชนิดเส้นใย สังเคราะห์	วัตถุดิบ		พลังงาน		การ ปลดปล่อย รวม (Kg CO ₂)	ผลิตภัณฑ์ เส้นใย ที่ผลิต Kg	การปลดปล่อย ต่อผลิตภัณฑ์ Kg CO ₂ /Kg ผลิตภัณฑ์
	เม็ดพลาสติก (Kg CO ₂)	บรรจุภัณฑ์ (Kg CO ₂)	ไฟฟ้า (Kg CO ₂)	ไอน้ำ (Kg CO ₂)			
โพลีโพรพิลีนสั้น	902,680	4,345	776,827	858,230	2,542,081	307,680	8.2620
โพลีโพลีลีนสั้น	1,026,396	8,305	489,365	1,668,062	3,192,127	580,011	5.5035
โพลีโพลีลีนยาว	1,277,427	1,627	835,539	-	2,114,593	725,775	2.9135
ไนลอน	3,428,002	1,757	1,193,794	-	4,623,552	553,911	8.3471
รวมทั้งหมด	6,604,534	16,033	3,295,525	2,526,592	12,472,354	2,167,377	5.7546

1.2 เส้นใยสังเคราะห์ยาวชนิดไนลอน

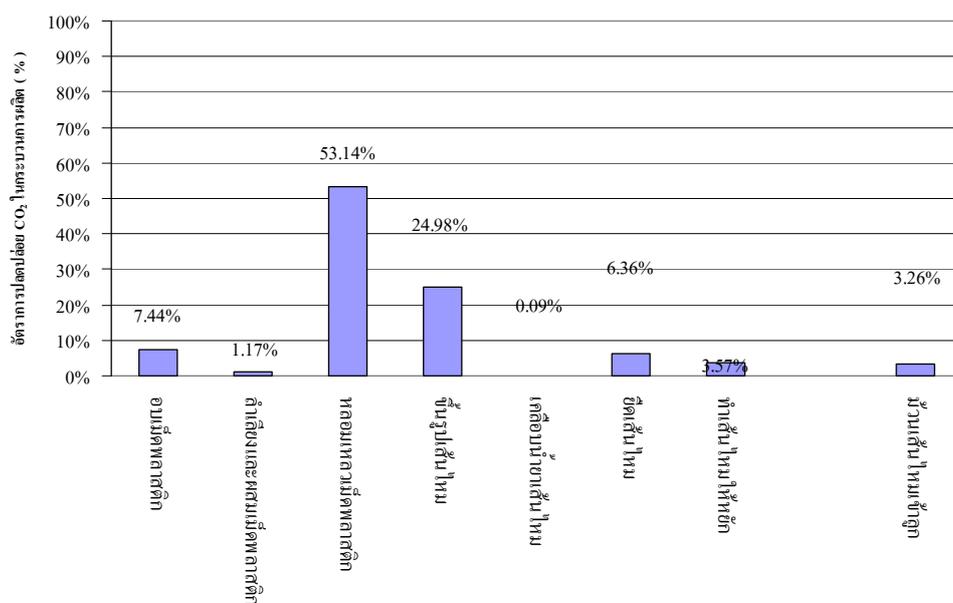
การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากเส้นใยในสังเคราะห์ชนิดนี้ มีผลมาจากตัววัสดุเองเป็นส่วนใหญ่ จากภาพที่ 29 จะพบว่า 72 % ของการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีแหล่งมาจากการใช้เม็ดพลาสติกไนลอน ทั้งนี้เพราะเม็ดพลาสติกไนลอนถูกสังเคราะห์มาจากการไปแลคตัม ซึ่งมีสารตั้งต้นมาจากการทำปฏิกิริยาเคมีของเบนซีน โพลีลีน และแอมโมเนีย ซึ่งล้วนเป็นสารเคมีที่มีมวล โมเลกุลและพันธะเคมีสูง ผลของโครงสร้างดังกล่าว ทำให้ไนลอนเป็นวัสดุที่มีจุดหลอมเหลวสูง มีความทนทานต่อสารเคมี ทนต่อการขัดสี ไม่เปลี่ยนสีเมื่อได้รับรังสีอัลตราไวโอเลต อีกทั้งยังมีจุดเด่นที่สำคัญของเส้นใยไนลอนคือความทนทานและเหนียวทนต่อแรงดึง ด้านทานการเหยียบย่ำ มีการคืนตัวที่ดี จึงถูกนำไปทำผลิตภัณฑ์ที่ต้องการความทนทาน

การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่รองลงมาก็คือ มาจากแหล่งการใช้พลังงาน ของการผลิตเส้นใยไนลอนซึ่งมีการปลดปล่อย 26% ของทั้งหมด โดยกระบวนการที่มีการใช้พลังงาน ซึ่งส่งผลให้มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานมากที่สุดก็คือ กระบวนการหลอมเหลวเม็ดพลาสติก ดังแสดงไว้ในภาพที่ 30 ทั้งนี้ เพราะจากโครงสร้างทางเคมี ที่เหนียวแน่นทำให้ต้องใช้ความร้อนสูงในการหลอมเหลวเม็ดพลาสติกจากสภาพของแข็งให้เป็นของเหลวและต้องใช้พลังงานที่มากในการขับเคลื่อนและแปรสภาพไนลอน



ภาพที่ 30 การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตเส้นใยขาวไนลอน

ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตเส้นใยไนลอนนั้น มีปริมาณ 4,623,552 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปีโดย มีปริมาณมาจากการใช้เม็ดพลาสติกไนลอนเป็นหลัก เพราะคุณสมบัติด้านการปลดปล่อยของวัสดุไนลอนเอง รองลงมาคือ มาจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในการผลิต ขณะที่แหล่งอื่น ๆ มีปริมาณเพียงเล็กน้อย



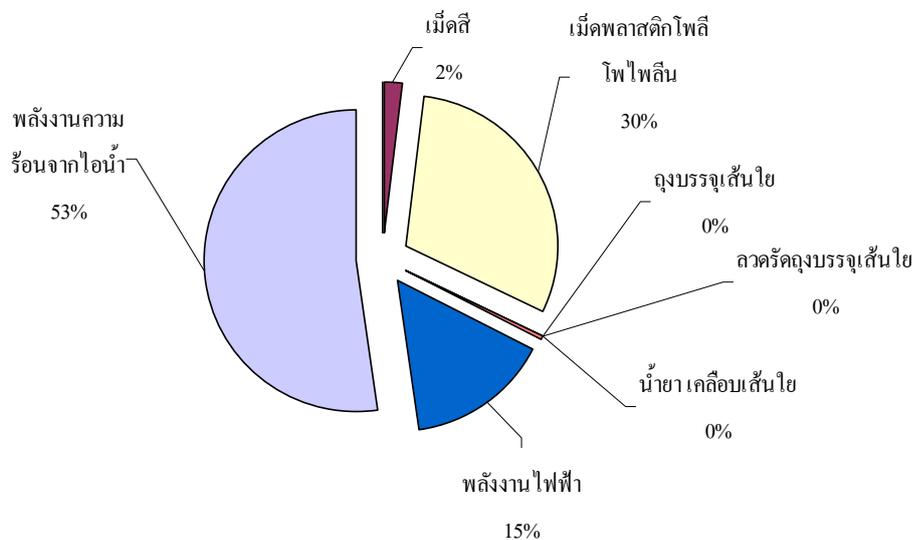
ภาพที่ 31 สัดส่วนการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานในการผลิตเส้นใยขาวไนลอน

1.3 เส้นใยสังเคราะห์ชนิดโพลีโพลีเอสเตอร์

ผลการประเมินพบว่าการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ชนิดโพลีโพลีเอสเตอร์ นั้นมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 2,157,427 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี โดยมาจากภาคพลังงาน ซึ่งได้แก่ พลังงานไฟฟ้าและน้ำมันเตาที่นำไปผลิตไอน้ำรวม 67% และภาควัสดุซึ่งได้แก่ เม็ดพลาสติก เม็ดสีถลุงบรรจุเส้นใย ลวดรัดถลุงบรรจุเส้นใย และน้ำยาเคลือบเส้นใย รวม 33% ดังแสดงในภาพที่ 32 และจะเห็นว่าสัดส่วนการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะมาจากพลังงานมากกว่าการใช้วัตถุดิบ โดยพลังงานที่มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุดคือ ไอน้ำที่ทำจากการใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิง

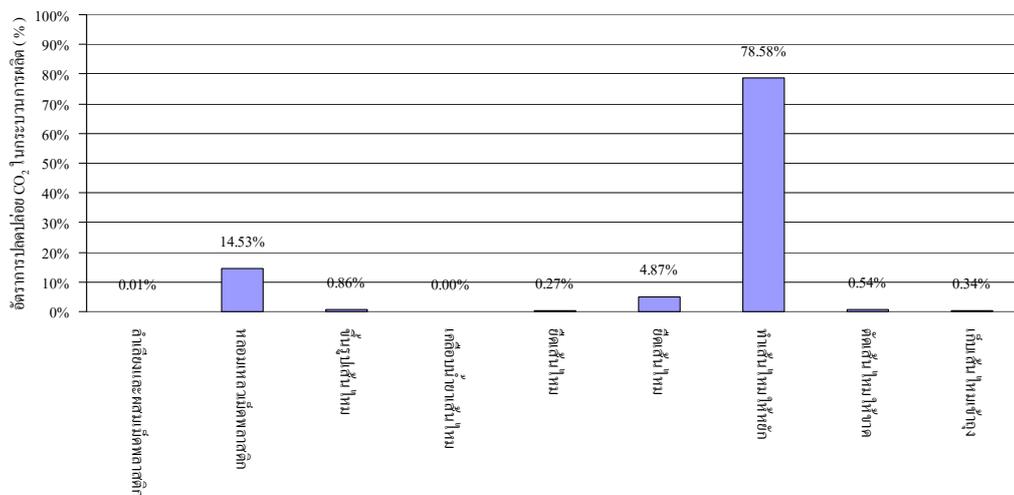
สาเหตุที่การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากเส้นใยชนิดนี้มาจากการใช้พลังงานมากกว่าจากตัววัสดุเอง โดยการปลดปล่อยจากวัสดุนั้นมีเพียง 30% ของทั้งหมด ทั้งนี้เพราะโพลีโพลีเอสเตอร์นั้น มีจุดหลอมเหลวที่ต่ำกว่าพลาสติกชนิดอื่น และมีจุดกำเนิดมาจากการสังเคราะห์มาจากก๊าซธรรมชาติ ซึ่งมีความซับซ้อนที่น้อยกว่าพลาสติกชนิดอื่น แต่ด้านคุณสมบัติทางโครงสร้างนี้ทำให้เส้นใยโพลีโพลีเอสเตอร์มีความทนทานต่อการใช้งานต่ำและถูกนำไปใช้ในการผลิตพรมที่ไม่ต้องการความทนทานในการใช้งานสูงนัก อาทิเช่น พรมปูพื้นในการจัดงานนิทรรศการ เป็นต้น

แหล่งการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานที่มีมากถึง 68% ของทั้งหมดนั้น เมื่อนำมาวิเคราะห์เฉพาะการปลดปล่อยจากแหล่งนี้จะได้ดังภาพที่ 33 โดยพบว่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หลักมาจากการใช้ไฟฟ้าหลอมเหลวเม็ดพลาสติกและกระบวนการใช้ไอน้ำทำให้เส้นใยหยัก โดยกระบวนการหลังจะมีการใช้พลังงานมากกว่ากระบวนการแรกถึง 5 เท่า เพราะการผลิตไอน้ำจะได้ออกมาจากการเผาผลาญน้ำมันเตา เพื่อต้มให้น้ำเปลี่ยนสภาพเป็นไอน้ำก่อนการนำไปใช้งานในกระบวนการผลิต จึงทำให้กระบวนการนี้มีศักยภาพในการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด



ภาพที่ 32 การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตเส้นใยโพลีโพรพิลีน

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าเส้นใยโพลีโพรพิลีน มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 3,192,127 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี โดยแหล่งการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในการผลิตเส้นใยโพลีโพรพิลีน นั้นมาจากการใช้พลังงานความร้อนจากไอน้ำเป็นหลัก ซึ่งใช้ในกระบวนการผลิตในขั้นตอนการทำให้เส้นไหมหยัก รองลงมาคือจากแหล่งการใช้เม็ดพลาสติกโพลีโพรพิลีน การใช้พลังงานไฟฟ้า และอื่น ๆ ตามลำดับ



ภาพที่ 33 สัดส่วนการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานในการผลิตเส้นใยโพลีโพรพิลีน

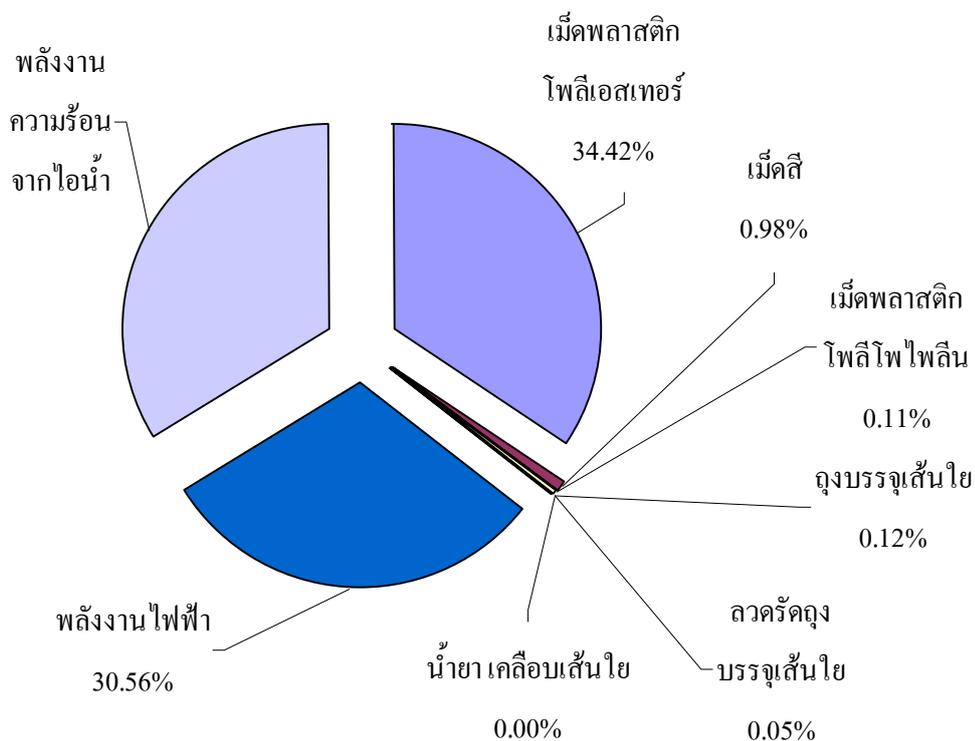
1.4 เส้นใยสังเคราะห์เส้นชนิดโพลีเอสเตอร์

การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากเส้นใยเส้นชนิดโพลีเอสเตอร์ นั้น มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์รวม 1,635,457 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี จัดเป็นปริมาณการปลดปล่อยเป็นลำดับที่ 3 ของผลิตภัณฑ์เส้นใยสังเคราะห์ทั้งหมด โดยมีการปลดปล่อยจากวัสดุซึ่งได้แก่เม็ดพลาสติก เม็ดสี อนุบรรจุเส้นใย ลวดรัดถุง นํ้ายาเคลือบเส้นใย รวม 34% และจากการใช้พลังงาน ซึ่งได้แก่พลังงานไฟฟ้าและนํ้ามันเตาที่นำมาเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไอนํ้ารวม 64% ดังแสดงในภาพที่ 34 และจะเห็นว่าสัดส่วนการปลดปล่อยจะมาจากวัตถุดิบมากกว่าการใช้พลังงาน โดยวัตถุดิบที่มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด คือ เม็ดพลาสติกโพลีโพรพิลีน

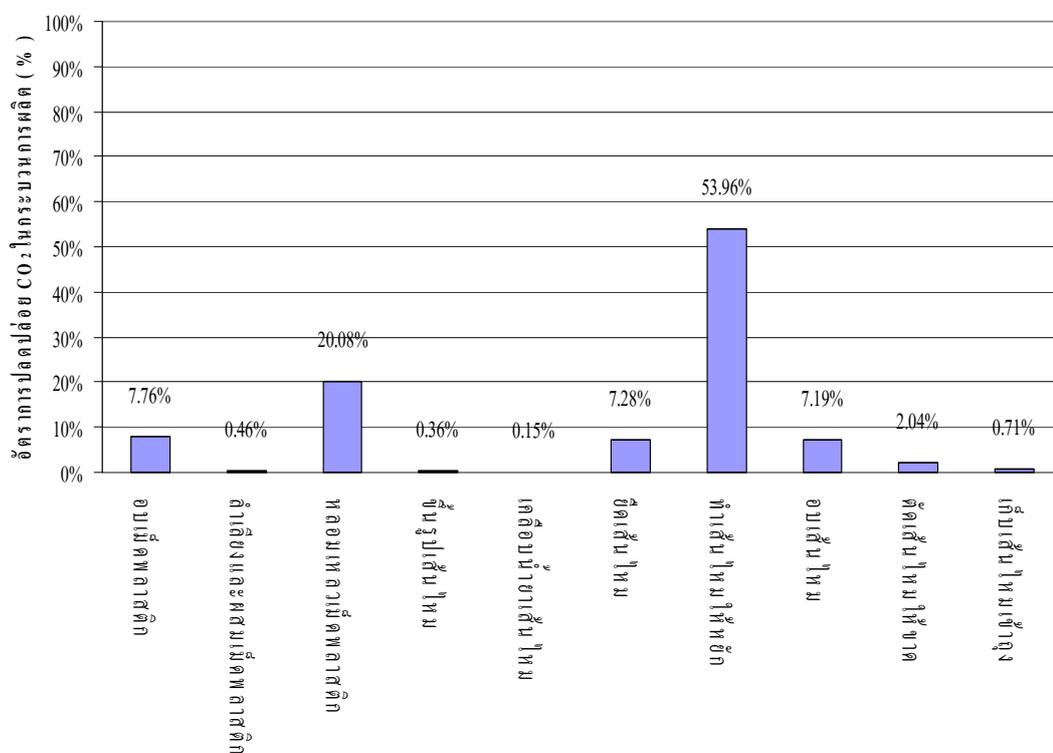
ส่วนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มาจากภาคการใช้พลังงานในการผลิตแสดงในภาพที่ 35 การปลดปล่อยหลักจะมาจากการใช้ไอนํ้าที่กระบวนการทำให้เส้นใยหยัก ถึง 53.96% รองลงมาเป็นการใช้ไฟฟ้าที่ขั้นตอนการหลอมเหลวเม็ดพลาสติก 20.08 % ดังนั้น การพิจารณาปรับปรุงการใช้ไอนํ้าที่ขั้นตอนการทำเส้นใหม่ให้หยักเพราะมีผลต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของการผลิตเส้นใยชนิดนี้มากที่สุด

จะเห็นได้ว่าเส้นใยสังเคราะห์เส้นโพลีโพรพิลีนโดยมีลักษณะการปลดปล่อยคล้ายกับเส้นใยเส้นชนิดโพลีโพรพิลีน คือมีการปลดปล่อยจากการใช้พลังงานมากกว่าจากการใช้วัสดุและการปลดปล่อยจากการใช้พลังงานจะมีมากที่สุดที่ขั้นตอนการหลอมเหลวเม็ดพลาสติก และการทำให้เส้นใยหยัก โดยการทำให้เส้นใยหยักนั้นจะมีการใช้พลังงานมากที่สุด โดยใช้พลังงานจากไอนํ้า ซึ่งผลิตได้จากการเผาผลาญนํ้ามันเตาเกรด C ดังนั้น การปรับปรุงการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตไอนํ้าจะส่งผลต่อผลิตภัณฑ์ทั้งสองประเภทนี้

เส้นใยสังเคราะห์เส้นชนิดโพลีเอสเตอร์ชนิดนี้ มีการใช้งานในการผลิตเป็นพรมในอุตสาหกรรมรถยนต์เป็นหลัก



ภาพที่ 34 การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตเส้นใยสั้ว โพลีเอสเตอร์



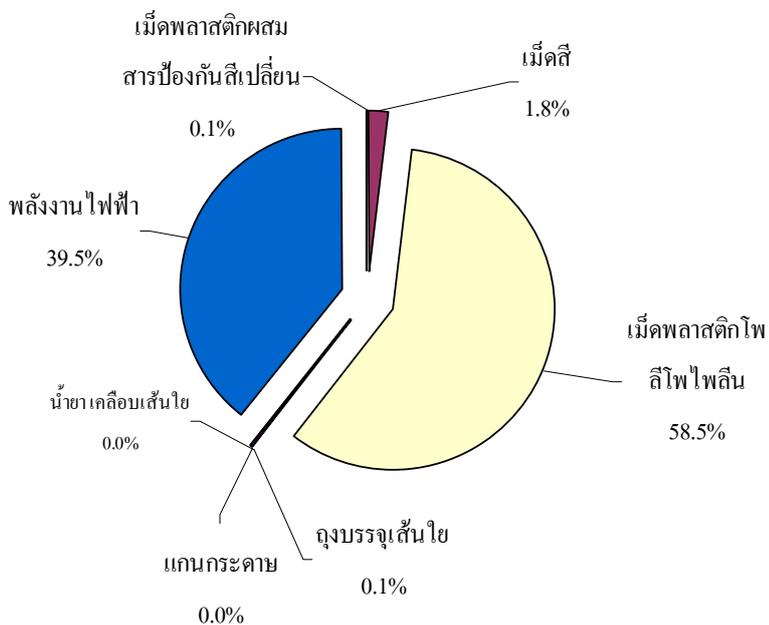
ภาพที่ 35 สัดส่วนการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานในการผลิต

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตเส้นใยโพลีเอสเตอร์สั้นมีปริมาณ 2,542,081 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี โดยมีแหล่งหลักมาจากการใช้เม็ดพลาสติกโพลีเอสเตอร์ การใช้พลังงานความร้อนจากไอน้ำ และการใช้ไฟฟ้าในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน ขณะที่แหล่งอื่น ๆ มีปริมาณเพียงเล็กน้อย

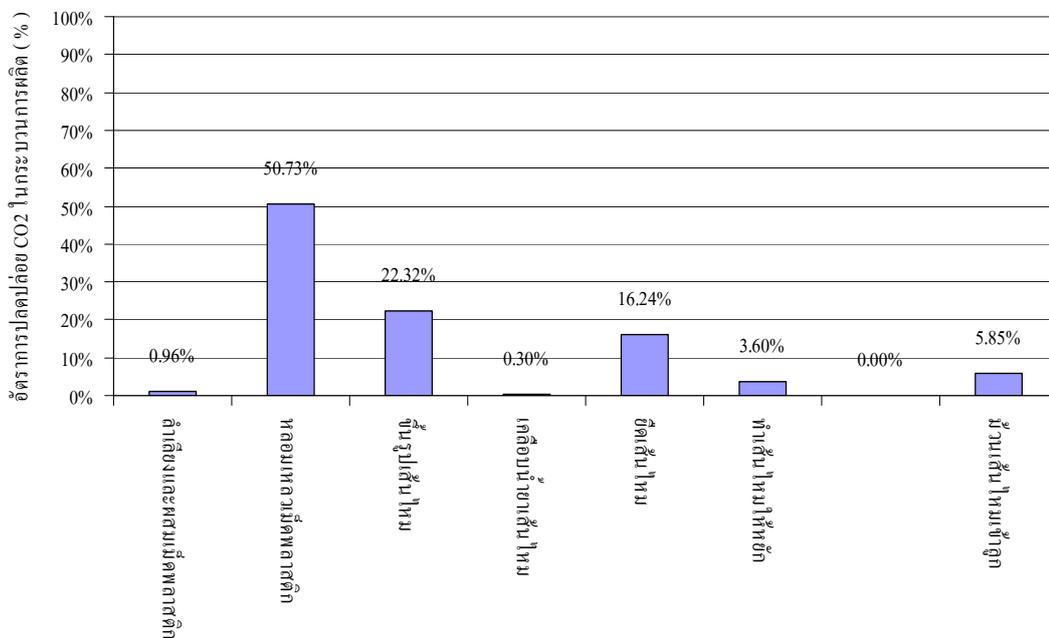
1.5 เส้นใยสังเคราะห์ยาวชนิด โพลีโพลีลีน

ผลการประเมินพบว่ากระบวนการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ชนิดนี้มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 835,539 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี โดยมีการปลดปล่อยจากวัสดุซึ่งได้แก่เม็ดพลาสติกโพลีโพลีลีน เม็ดสี เม็ดสีพลาสติกผสมสารกันสีเปลี่ยน อุณหภูมิเส้นใย แกนกระดาษ น้ำยาเคลือบ เส้นใย รวม 60.5% และจากการใช้พลังงานไฟฟ้า 39.5% ดังแสดงในภาพที่ 36 จะเห็นว่าสัดส่วนการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะมาจากวัตถุดิบมากกว่าการใช้พลังงาน โดยวัตถุดิบที่มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุดคือเม็ดพลาสติกโพลีโพลีลีน ด้านพลังงาน การผลิตจะใช้พลังงานชนิดเดียวคือไฟฟ้า โดยกระบวนการที่มีการใช้พลังงานและส่งผลให้เกิด การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุดคือ การหลอมเหลวพลาสติกโดยใช้ไฟฟ้าทำความร้อนที่เครื่องถัก (Extruder) ซึ่งมีมากถึง 50.7% ของภาคพลังงานไฟฟ้าที่ใช้รองลงมาคือ การขึ้นรูปเส้นใยใช้พลังงาน 22.3 % ดังแสดงในภาพที่ 37 ดังนั้นควรปรับปรุงการใช้ไฟฟ้าที่ขั้นตอนหลอมเหลวพลาสติกเป็นจุดแรก

เมื่อวิเคราะห์ด้านปริมาณการผลิตแล้ว เส้นใยสังเคราะห์ยาวชนิดโพลีโพลีลีนมีการผลิตในปริมาณมากที่สุดแต่กลับมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในลำดับที่สาม เนื่องจากเม็ดพลาสติกชนิดนี้มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากตัวมันเองที่ไม่สูงนัก อีกทั้งการใช้ปริมาณไฟฟ้าซึ่งส่วนมากใช้ที่ขั้นตอนการหลอมเหลวเม็ดพลาสติกก็ใช้น้อย จึงทำให้เส้นใยสังเคราะห์ชนิดนี้มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำสุดโดยปลดปล่อยเพียง 2.9 Kg CO₂/Kg ของเส้นใยเส้นใยสังเคราะห์ยาวชนิดโพลีโพลีลีนที่ผลิต ซึ่งมีปริมาณน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับพลาสติกชนิดอื่น



ภาพที่ 36 การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตเส้นใยยาว โพลีโพรพิลีน



ภาพที่ 37 สัดส่วนการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานในการผลิตเส้นใยยาวโพลีโพรพิลีน

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าเส้นใยโพลีโพลีเอทิลีนชนิดยาวมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 2,114,593 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี โดยแหล่งปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตเส้นใยโพลีโพลีเอทิลีนชนิดยาวนั้นมาจากการใช้เม็ดพลาสติกโพลีโพลีเอทิลีนเป็นหลัก รองลงมาคือ การใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งมีการใช้ในการหลอมเหลวเม็ดพลาสติกเป็นหลัก ส่วนอื่นมีผลเพียงเล็กน้อย

2. ศักยภาพในการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ศักยภาพในการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นั้น จะพิจารณาจากปัจจัยที่มีผลต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามหลักเกณฑ์สองประเภท คือ จากภาคพลังงานที่ถูกใช้ไปในการผลิต และจากตัววัตถุดิบเอง

2.1 ภาคพลังงาน

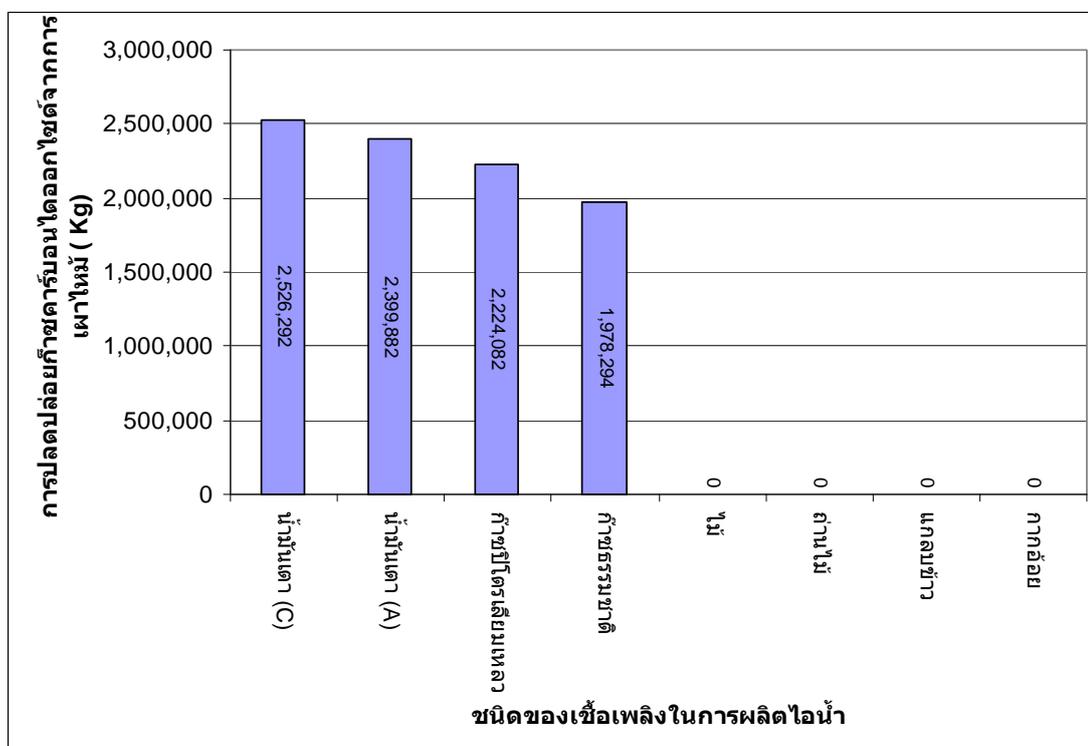
ศักยภาพด้านการลดการปลดปล่อยฯ ในภาคพลังงานสามารถพิจารณาโดยใช้หลักดังนี้

2.1.1 การปรับเปลี่ยนแหล่งเชื้อเพลิงไปใช้แหล่งที่มีการปลดปล่อยน้อยกว่า

พลังงานที่ใช้มากที่สุดในการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ จะเป็นพลังงานความร้อนจากไอน้ำซึ่งใช้ในกระบวนการทำเส้นใยให้หยัก โดยการใช้พลังงานความร้อนจากไอน้ำนี้มีความสอดคล้องกันทั้งการผลิตเส้นใยสั้นชนิดโพลีโพลีเอทิลีนและโพลีโพลีเอสเตอร์ การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นั้นจะเป็นผลมาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงซึ่งก็คือน้ำมันเตาเกรด C เพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำโดยมีเครื่องผลิตไอน้ำด่างภาพที่ 40 ซึ่งหากเปลี่ยนเชื้อเพลิงเป็นน้ำมันเตาเกรด A ไปใช้เชื้อเพลิงชนิดอื่น จะมีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยเป็นไปตามภาพที่ 38 โดยหากเปลี่ยนไปใช้เชื้อเพลิงน้ำมันเตาเกรด A ซึ่งมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยแล้ว จะลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ 126,410 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี โดยไม่ต้องมีการปรับปรุงหม้อไอน้ำมากนัก หรือหากปรับเปลี่ยนไปใช้เชื้อเพลิงชนิดอื่นเช่น ก๊าซธรรมชาติหรือก๊าซปิโตรเลียมเหลวก็จะสามารถลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากกว่านี้แต่ต้องเปลี่ยนระบบของตัวเผาเชื้อเพลิง (Burners)

แต่หากต้องการลดให้ได้มากที่สุดนั้นต้องเปลี่ยนไปใช้เชื้อเพลิงชีวมวล (Bio Mass) อาทิ ถ่านไม้หรือแกลบ ซึ่งสามารถปลูกหรือสร้างใหม่ทดแทนจากธรรมชาติได้ ดังภาพที่ 39 แม้จะเห็นว่าปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไหม้ แต่เชื้อเพลิงชนิดนี้สามารถสร้างใหม่จากธรรมชาติได้และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดก็จะถูกดูดซับไปในการสร้างใหม่จึงไม่ถือว่าเป็นการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แก่โลกเพิ่มขึ้น แต่กรณีนี้

จำเป็นต้องเปลี่ยนระบบการทำไอน้ำของหม้อต้มใหม่ทั้งหมด โดยต้องเลือกชนิดเชื้อเพลิงที่สามารถใช้ได้ในพื้นที่สะดวกและเพียงพอในพื้นที่ รวมทั้งออกแบบระบบการเผาไหม้ที่เหมาะสมกับการเผา



ภาพที่ 38 ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตไอน้ำเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตโดยใช้เชื้อเพลิงชนิดต่างๆ

โดยการคำนวณศักยภาพในการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ กรณีเปลี่ยนเชื้อเพลิงหม้อไอน้ำจากน้ำมันเตา เป็นเชื้อเพลิงชนิดอื่นสามารถได้ดังนี้

ในกระบวนการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ทั้งหมดมีปริมาณการใช้น้ำมันเตาในการผลิตไอน้ำเป็นจำนวน 301,226 ลิตร (จากการผลิตเส้นใยสั้น โพลีเอสเทอร์) + 585,465 ลิตร (จากการผลิตเส้นใยสั้น โพลีโพรพิลีน) รวม 886,691 ลิตร

น้ำมันเตาเมื่อเผาไหม้จะปล่อยพลังงาน 39.77 MJ/ ลิตร (จากตารางที่ 5)

ดังนั้นน้ำมันเตาที่ใช้ทั้งหมดมีการเปลี่ยนพลังงาน 39.77 MJ/ลิตร x 886,691 ลิตร

$$= 35,263,701 \text{ MJ}$$

ซึ่งปริมาณความร้อน 35,263,701 MJ นี้จะปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตาม แหล่งกำเนิดดังนี้ (ตารางที่ 6) หากมาจากน้ำมันเตาซึ่งมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อ หน่วยความร้อน 71.64 MgCO₂/TJ จะปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

$$= \frac{71.64 \text{ MgCO}_2/\text{TJ}}{1,000,000} \times 35,263,701 \text{ MJ} \times 1000$$

$$= 2,526,292 \quad \text{Kg.CO}_2$$

หากมาจากก๊าซปิโตรเลียมเหลวซึ่งมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ต่อหน่วยความร้อน 63.07 MgCO₂/TJ จะปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

$$= \frac{63.07 \text{ MgCO}_2/\text{TJ}}{1,000,000} \times 35,263,701 \text{ MJ} \times 1000$$

$$= 2,224,082 \quad \text{Kg CO}_2$$

หากมาจากก๊าซธรรมชาติซึ่งมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อ หน่วยความร้อน 56.10 MgCO₂/TJ จะปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

$$= \frac{56.10 \text{ MgCO}_2/\text{TJ}}{1,000,000} \times 35,263,701 \text{ MJ} \times 1000$$

$$= 1,978,294 \quad \text{Kg.CO}_2$$

หากมาจากไม้ ถ่านไม้ แกลบ กากอ้อย ซึ่งเป็นชีวมวล แล้ว IPCC กำหนดให้ การประเมินจากชีวมวลจะไม่ถือว่ามีผลต่อการปลดปล่อยปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่ บรรยากาศ เพราะสามารถถูกดูดซับ และสร้างใหม่ได้ จึงถือว่าการปลดปล่อยก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศเป็นศูนย์



ภาพที่ 39 หม้อไอน้ำที่ถูกออกแบบให้ใช้เชื้อเพลิงชีวมวล

การปรับเปลี่ยนแหล่งพลังงานนี้ยังสามารถใช้ได้กับขั้นตอนการผลิตเส้นใยสั้นโพลีโพรพิลีนซึ่งมีการใช้เตาอบในการอบเส้นใยเพื่อไล่ไอน้ำและปรับปรุงคุณสมบัติด้านการคงตัวและความทนทานต่อการเสีรูปร่างของเส้นใยโดยในปัจจุบันเตาอบใช้พลังงานไฟฟ้าผ่านตัวทำความร้อนไฟฟ้าให้กับระบบการอบเส้นใย ซึ่งเมื่อพิจารณาด้านการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หากปรับเปลี่ยนแหล่งพลังงานจากไฟฟ้ามาใช้ความร้อนจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงก๊าซปิโตรเลียมเหลวซึ่งมีการปลดปล่อยน้อยกว่าก็นับเป็นศักยภาพอีกอันหนึ่งที่สามารถลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้

แนวโน้มการทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลด้วยเชื้อเพลิงชีวมวลนั้น มีการศึกษาและส่งเสริม กันอย่างกว้างขวางในต่างประเทศ อาทิ Leif Gustavsson et,al (1996) ได้ศึกษาถึงการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยการใช้ชีวมวลทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลในประเทศสวีเดน มีการนำเสนอแนวทางหลายอย่าง อาทิ การทดแทนหม้อไอน้ำชนิดเชื้อเพลิงฟอสซิลด้วยปั๊มความร้อนไฟฟ้า(Electric Heat pump) หรือการใช้หม้อไอน้ำชนิดใช้เชื้อเพลิงชีวมวล ซึ่งใช้เมทานอลหรือซาลิก (Salix) ซึ่งหากสามารถใช้ชีวมวลเหล่านี้ในการให้พลังงานได้ถึง 125 TWh/ปีแล้วจะทำให้ลดการปลดปล่อยของประเทศสวีเดนได้ถึงครึ่งหนึ่งของการปลดปล่อยต่อปี ดังนั้นสำหรับประเทศไทยซึ่งมีศักยภาพในการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอยู่แล้ว หากได้รับการส่งเสริมการใช้

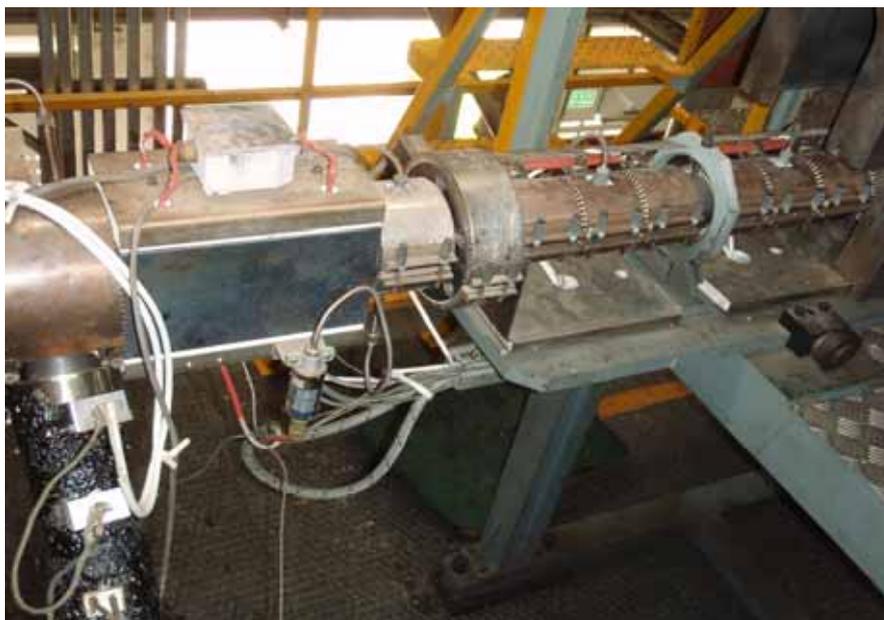
ชีวมวลมากขึ้น การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ก็จะน้อยลงไปตามการเติบโตของการใช้ชีวมวล



ภาพที่ 40 หม้อไอน้ำที่ใช้เชื้อเพลิงน้ำมันเตา

2.1.2 การลดการสูญเสียของพลังงาน

ในการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ชนิดยวนั้น ทั้งไนลอน และ โพลีโพรพิลีน จะมีการใช้พลังงานมากที่สุดในขั้นตอนหลอมเหลวเม็ดพลาสติก ซึ่งใช้ไฟฟ้าไปทำความร้อนให้เม็ดพลาสติกหลอมเหลวที่เครื่องฉีด (Extruder) ดังภาพที่ 41 จากการสำรวจอุปกรณ์และเครื่องจักรด้านประสิทธิภาพการใช้ความร้อนพบว่าการสูญเสียความร้อนออกสู่บรรยากาศมาก ดังนั้น หากลดความร้อนที่สูญเสียออกสู่บรรยากาศก็เป็นการลดปริมาณไฟฟ้าอันส่งผลให้เกิดการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การปรับปรุงดังกล่าวสามารถทำได้โดยการติดตั้งฉนวนกันความร้อนซึ่งจะสามารถลดการใช้ไฟฟ้าได้ 110,568 KWh ต่อปี ซึ่งเมื่อนำมาคำนวณค่าความร้อนเฉลี่ย 3.6 MJ/หน่วย และอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของไฟฟ้า 201.81 Mg CO₂/TJ ซึ่งทำให้ลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ 80,329 กิโลกรัมต่อปี และหากต้องการให้ มีผลกระทบต่อด้านการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยสุดในการติดตั้ง ฉนวนความร้อน ควรเลือกใช้ฉนวนความร้อน ที่ทำจากวัสดุที่มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อย เช่น การเลือกใช้ฉนวนความร้อนยางธรรมชาติแทนฉนวนความร้อนยางสังเคราะห์



ภาพที่ 41 เครื่องอัดหลอมเหลวเม็ดพลาสติกที่ยังไม่ได้หุ้มฉนวนความร้อน

2.2 ภาควัสดุ

2.2.1 การเลือกใช้วัตถุดิบจากแหล่งที่มีการปลดปล่อยน้อยกว่า

ในการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ วัตถุดิบหลักที่ใช้ใช้นั้นก็คือเม็ดพลาสติก คุณสมบัติของเส้นใยที่ได้ จะขึ้นอยู่กับสมบัติทางกายภาพและเคมีของชนิดพลาสติกตั้งต้นที่ใช้เป็นวัตถุดิบ ดังนั้นการหลีกเลี่ยงหรือการไม่ใช้พลาสติกเป็นวัตถุดิบในการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ เพื่อไม่ให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้วัสดุพลาสติกเป็นสิ่งที่เป็นไปได้ยาก แต่ในการผลิตเม็ดพลาสติกของโรงงานอุตสาหกรรมแต่ละแห่งนั้นจะมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาไม่เท่ากันอันเนื่องมาจากแหล่งพลังงานที่ใช้ การใช้พลังงานในการผลิต และคุณสมบัติของวัตถุดิบตั้งต้นที่ใช้ ทั้งหมดนี้ล้วนทำให้โรงงานแต่ละที่มีผลิตภัณฑ์เม็ดพลาสติกที่มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่เท่ากัน ดังแสดงในตารางที่ 10 ซึ่งแสดงถึงการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตเม็ดพลาสติกของภูมิภาคออสเตรเลียและยุโรป โดยจะเห็นได้ว่าเม็ดพลาสติกโพลีโพลีเอทิลีนที่ผลิตที่ออสเตรเลียมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 2.03 กิโลกรัมต่อเม็ดพลาสติก 1 กิโลกรัม ขณะที่เม็ดพลาสติกที่ผลิตที่ภูมิภาคยุโรปมีอัตราการปลดปล่อยเพียง 1.67 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี ซึ่งมีปริมาณที่น้อยกว่าถึง 0.36 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี หากเลือกใช้เม็ดพลาสติก

ชนิดนี้จากแหล่งภูมิภาคยุโรปแทน ออสเตรเลีย แล้วจะทำให้หลีกเลี่ยงการปลดปล่อยได้ถึง 0.36 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อการใช้เม็ดพลาสติกโพลีโพลีลีน 1 กิโลกรัม

แต่เมื่อพิจารณาการเลือกใช้เม็ดพลาสติกชนิดโพลีเอสเตอร์แล้ว การผลิตจากแหล่งออสเตรเลียมีการปลดปล่อย 2.39 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ ขณะที่แหล่งภูมิภาคยุโรปมีการปลดปล่อยถึง 2.92 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งมีมากกว่าออสเตรเลีย หากเลือกใช้ที่แหล่งยุโรปแล้ว จะทำให้เกิดการปลดปล่อยมากขึ้นถึง 0.57 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อการใช้เม็ดพลาสติกโพลีเอสเตอร์ 1 กิโลกรัม ดังนั้นจึงหากเลือกใช้เม็ดพลาสติกโพลีเอสเตอร์ที่มีแหล่งผลิตจากภูมิภาคออสเตรเลียทดแทนแหล่งยุโรป ซึ่งมีการใช้ 307,903 กิโลกรัมต่อปีแล้วจะลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ถึง 175,053 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี

จะเห็นได้ว่าแหล่งผลิตเม็ดพลาสติกแต่ละแห่งมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่ไม่เท่ากัน การเลือกใช้วัสดุดิบจากแหล่งที่มีการปลดปล่อยน้อยกว่า จะทำให้หลีกเลี่ยงการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แก่โลกอีกทั้งยังเป็นการกระตุ้นให้ผู้ผลิตแต่ละรายทำการปรับปรุงให้มีการลดการปลดปล่อยด้วย

ตารางที่ 10 การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตเม็ดพลาสติกของออสเตรเลียและยุโรป

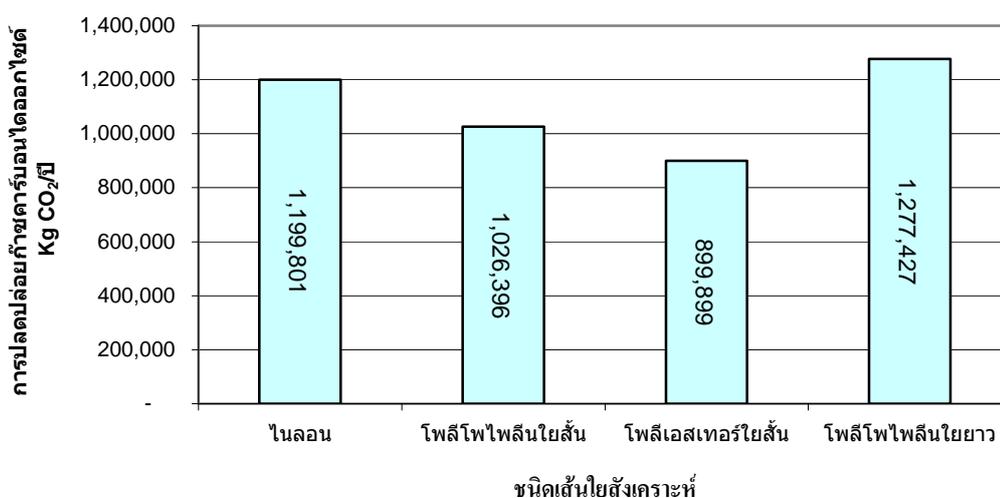
ชนิดเม็ดพลาสติก	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปลดปล่อย (Kg CO ₂ / Kg เม็ดพลาสติก)	
	ออสเตรเลีย	ยุโรป
โพลีโพลีลีน	2.03	1.67
โพลีเอสเตอร์	2.39	2.92

2.2.2 การเลือกใช้วัสดุดิบจากการรีไซเคิล

พลาสติกเป็นสารสังเคราะห์ที่ผ่านกระบวนการโพลีเมอร์ไรเซชัน โดยมีสารตั้งต้นมาจากปิโตรเคมีซึ่งแต่ละชนิดจะมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่เท่ากันซึ่งขึ้นอยู่กับโครงสร้างโมเลกุล และความยากง่ายในการสังเคราะห์ เช่น โพลีเอทิลีนจะมีการปลดปล่อยมากกว่าโพลีโพลีลีน นอกจากนั้น พลาสติกที่ผ่านการใช้งานแล้วนำไปผลิตใหม่(Recycle Plastic) แม้จะมีคุณสมบัติที่ด้อยลงแต่ก็หากเทียบกับเม็ดพลาสติกสังเคราะห์ใหม่จะมีค่าการปลดปล่อยที่ต่ำกว่า เช่น ที่ ฟินแลนด์มีการศึกษาพบว่าโพลีโพลีลีนรีไซเคิลจากอุตสาหกรรมสิ่งทอที่ศึกษาโดยวิธีการนำไปรีไซเคิล แล้วกลับมาใช้ในผลิตภัณฑ์อื่น จะมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยกว่าเม็ด

โพลีโพลีเอทิลีนใหม่ถึง 80% (Maja-Ritta kurhunen , 2007) แต่สำหรับในประเทศไทยนั้นยังไม่มี การศึกษาที่เด่นชัดถึงกรณีศึกษาแบบนี้ แต่หากมีการใช้เม็ดพลาสติกชนิดรีไซเคิลแล้ว ก็จะหลีกเลี่ยง การสังเคราะห์เม็ดพลาสติกขึ้นมาใหม่ อันเป็นผลทำให้ลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อันมีที่มาจากตัววัสดุเองได้ปริมาณที่หลีกเลี่ยงการปลดปล่อยจากตัววัสดุนี้สามารถแสดงในภาพที่ 41 ซึ่งพบว่าหากใช้เม็ดรีไซเคิลทดแทนเม็ดพลาสติกสังเคราะห์ขึ้นมาใหม่แล้ว จะสามารถหลีกเลี่ยง การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้รวม 4,403,523 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี โดย มาจากเส้นใยไนลอน จำนวน 1,199,801 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี จากเส้นใยโพลีโพลี เอทิลีนจำนวน 1,026,396 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี จากเส้นใยโพลีเอสเตอร์ใยสั้น จำนวน 902,680 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี และจากเส้นใยโพลีโพลีเอทิลีนใยยาว 1,277,427 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี โดยการคำนวณโดยละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก จ การคำนวณ กรณีใช้วัตถุดิบชนิดรีไซเคิล

การปลดปล่อย CO₂ ที่ลดลงได้



ภาพที่ 42 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลงจากการใช้เม็ดพลาสติกรีไซเคิลทดแทน เม็ดพลาสติกสังเคราะห์ใหม่ในการใช้วัตถุดิบต่าง ๆ

แต่อย่างไรก็ดีควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงความเป็นไปได้ในทางเทคนิคของการใช้พลาสติก รีไซเคิลแต่ละชนิดทั้งในห้วงวิจัยและการผลิตในเชิงอุตสาหกรรม อาทิในการผลิตเม็ดพลาสติก รีไซเคิลชนิดโพลีเอสเตอร์เมื่อพลาสติก ถูกนำมาหลอมให้ความร้อนใหม่จะเกิดการเสื่อมสลายของ โซโมเลกุลทำให้มวลโมเลกุลลดลงและส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติด้านกายภาพต่าง ๆ หากมีการเสื่อมมาก จะไม่สามารถนำมาคิดเป็นเส้นใยได้เนื่องจากเส้นใยจะขาดง่าย ไม่สามารถทำการดึงยึดได้ อีกทั้ง

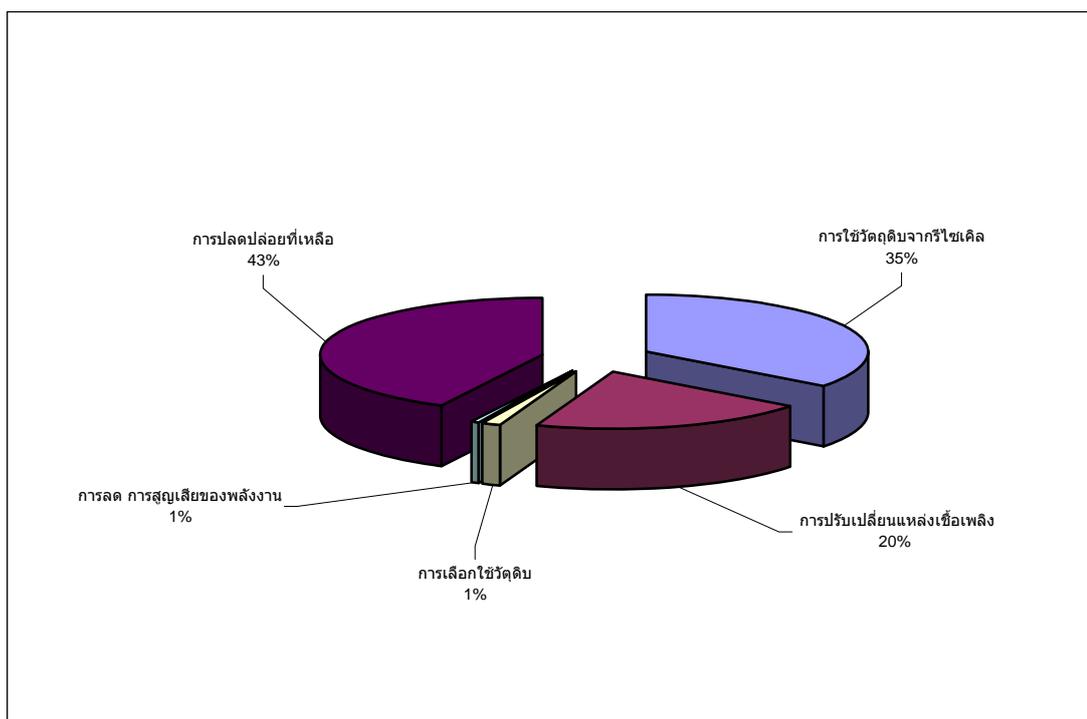
หากมีน้ำหรือพลาสติกชนิดอื่นเจอปนมา สิ่งแปลกปลอมเหล่านี้จะเป็นตัวเร่งในการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันทำให้ขณะฉีด เส้นใยเส้นใยจะขาดง่าย ไม่สามารถทำการดึงยืดได้ ปัญหานี้สามารถจะแก้ไขได้ด้วยการเติมสารเคมีเชื่อมห่วงโซ่โมเลกุล (Chain extender) ในปริมาณที่เหมาะสมลงไป ในระหว่างกระบวนการหลอมเม็ดพลาสติก เพื่อให้โมเลกุลโพลีเอสเทอร์จับตัวกันอีกครั้ง ซึ่งจะนำไปสู่คุณสมบัติของพลาสติกที่ดีขึ้น (Firas Awaja และ Dumitru Pavel ,2005) นอกจากนั้นแล้วเม็ดพลาสติกรีไซเคิลชนิดโพลีเอสเทอร์ยังสามารถนำไปผสมในการผลิตเส้นใยชนิดโพลีโพลีเส้นได้ถึง 7 % โดยน้ำหนัก โดยนอกจากจะเป็นสารเสริมแรงที่ปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพแก่เส้นใยแล้วยังเป็นการรีไซเคิลที่มีประสิทธิภาพด้วย (Palova Santos และ Sergio Henrique Penzzin, 2003) ส่วนในลอนนั้น Kuan –Hua Su et,al ,2007 ได้ศึกษาถึงคุณสมบัติเชิงกลและโครงสร้างของเม็ดพลาสติกรีไซเคิลชนิดในลอนหลังจากผ่านกระบวนการไปแล้วถึง 16 รอบซึ่งก็พบว่าคุณสมบัติยังไม่เปลี่ยนแปลงไปมาก ยังสามารถนำกลับมาแปรรูปโดยการเป่าขึ้นรูปใช้ได้

2.2.3 การใช้วัสดุบรรจุภัณฑ์ที่มีการปลดปล่อยน้อยกว่า

แม้ว่าการปลดปล่อยจากการใช้บรรจุภัณฑ์จะมีปริมาณน้อยเนื่องจากการใช้บรรจุภัณฑ์น้อย คือมีเพียง 0.1% ของการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์ทั้งหมดแต่ก็มีวัสดุหลายตัวที่สามารถถูกทดแทนด้วยวัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม Marko P. Hekkert et,al (2000) ได้นำเสนอแนวทางในการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์โดยการปรับปรุงการจัดการวัสดุโดยใช้กรณีศึกษาวัสดุการขนส่งในเนเธอร์แลนด์ โดยการใช้วัสดุที่เบาขึ้น การทดแทนวัสดุเดิมด้วยบรรจุภัณฑ์ที่ดีขึ้นและการนำบรรจุภัณฑ์กลับมาใช้อีกครั้ง สามารถลดการปลดปล่อยได้ถึง 16% แนวทางดังกล่าวสามารถมาประยุกต์ใช้ได้ อาทิ ในขั้นตอนของการอัดก้อน เส้นใยจะถูกอัดใส่ถุงพลาสติก แล้วใช้ลวดโลหะรัดไว้เพื่อป้องกันการคืนตัว จากแนวคิดการใช้วัสดุที่มีการปลดปล่อยน้อยลงจะสามารถทดแทนลวดโลหะด้วยแถบพลาสติกโพลีเอสเตอร์ ซึ่งทำจากพลาสติกรีไซเคิลและทดแทนถุงพลาสติกด้วยถุงผ้าธรรมชาติ นอกจากนั้นยังสามารถทดแทนพาเลทพลาสติกด้วยพาเลทไม้ หรือทดแทนหลอดด้ายพลาสติกด้วยหลอดกระดาษ เป็นต้น

2.3 ศักยภาพในการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์รวม

หากพิจารณาศักยภาพด้านต่าง ๆ ทั้งด้านพลังงานและด้านวัสดุแล้ว จะพบว่าสามารถลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์ได้ถึง 7,185,196 กิโลกรัมคาร์บอน ไดออกไซด์ต่อปี โดยมาจากศักยภาพด้านการใช้วัสดุรีไซเคิล โดยการเปลี่ยนไปใช้เม็ดพลาสติกชนิดรีไซเคิล ทดแทนการใช้เม็ดพลาสติกชนิดสังเคราะห์ใหม่จะลดได้ 4,403,523 กิโลกรัมคาร์บอน ไดออกไซด์ต่อปี ด้านศักยภาพด้านวัตถุดิบ โดยการเลือกใช้เม็ดพลาสติกชนิดโพลีเอสเตอร์ที่มีแหล่งผลิตจากออสเตรเลียแทนยุโรปจะลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์ได้ 175,053 กิโลกรัม



ภาพที่ 44 สัดส่วนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลงจากศักยภาพด้านต่างๆ

2.4 การประเมินศักยภาพในการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์

ในพิธีสารเกียวโตนั้นหากดำเนินการในโครงการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยโครงการนั้นเกิดขึ้นในประเทศที่กำลังพัฒนา และสามารถพิสูจน์ได้ว่าลดก๊าซเรือนกระจกได้จริง จะได้รับเครดิตที่เรียกว่า Certified Emission Reduction : CERs หรือที่เรียกว่าคาร์บอนเครดิต จากการดำเนินการตามกลไกการพัฒนาที่สะอาด (CDM) โดยสามารถนำคาร์บอนเครดิตไปขายให้แก่ประเทศพัฒนาแล้วที่ไม่สามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ คาร์บอนเครดิตหนึ่งหน่วยมีค่าเท่ากับการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในปริมาณ 1 ตัน โดยตลาดที่มีการซื้อขายคาร์บอนเครดิตที่สำคัญ คือตลาด European Climate Exchange (ECX) โดยราคาซื้อขายกันในปัจจุบันแสดงในตารางที่ 11 โดยราคาตลาด ECX Dec'09 ในวันที่ 9 กันยายน 2552 มีราคาที่ 15.16 ยูโร ต่อดันคาร์บอน

2.4.3 ศักยภาพด้านวัตถุดิบโดยเลือกแหล่งใช้วัตถุดิบ

$$\begin{aligned} & \text{สามารถลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้} && 175,053 \text{ Kg.CO}_2/\text{ปี} \text{ มีมูลค่า} \\ & = \frac{175,053 \text{ Kg.CO}_2/\text{ปี} \times 15.16 \text{ ยูโร/ตันคาร์บอน} \times 50 \text{ บาท/ยูโร}}{1,000} \\ & = 132,690 \text{ บาท/ปี} \end{aligned}$$

2.4.4 ศักยภาพด้านวัตถุดิบโดยการใช้รีไซเคิล

$$\begin{aligned} & \text{สามารถลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้} && 4,234,903 \text{ Kg.CO}_2/\text{ปี} \text{ มีมูลค่า} \\ & = \frac{4,234,903 \text{ Kg.CO}_2/\text{ปี} \times 15.16 \text{ ยูโร/ตันคาร์บอน} \times 50 \text{ บาท/ยูโร}}{1,000} \\ & = 3,210,057 \text{ บาท/ปี} \end{aligned}$$

2.4.5 รวมศักยภาพทั้งหมดที่ลดได้ 7,016,577 Kg.CO₂/ปี มีมูลค่า 5,318,565 บาท/ปี

2.5 การประเมินทางเศรษฐศาสตร์กรณีเปลี่ยนเชื้อเพลิงหม้อไอน้ำ จากน้ำมันเตามาเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลชนิดแกลบข้าว

สมมติฐานการคำนวณ

ในการผลิตเส้นใยสังเคราะห์นั้น มีการใช้น้ำมันเตาเกรด C เป็นปริมาณ 886,691 ลิตร/ปี ซึ่งเมื่อเผาไหม้แล้วจะปล่อยพลังงานคาร์บอน 35,263,701 MJ ซึ่งสามารถปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จำนวน 2,526,292 Kg.CO₂/ปี ดังนั้นจึงเปลี่ยนมาเป็นหม้อไอน้ำชนิดเชื้อเพลิงแกลบซึ่งเป็นชีวมวลและถูกประเมินว่าไม่มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์การปรับเปลี่ยนเชื้อเพลิงทำให้ต้องซื้อหม้อไอน้ำตัวใหม่ในราคา 3,000,000 บาท

การคำนวณทางเศรษฐศาสตร์

การใช้น้ำมันเตาเกรด C จำนวน 886,691 ลิตร/ปี ในราคา 16.9533 บาท/ลิตร มีค่าใช้จ่ายเป็นเงิน 15,032,339 บาท/ปี

การลงทุนซื้อหม้อไอน้ำเชื้อเพลิงแกลบตัวใหม่ 3,000,000 บาท

รายรับจากการขายคาร์บอนเครดิตจากการลดการปลดปล่อย CO₂

$$\begin{aligned} & \text{สามารถลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้} && 4,234,903 \text{ Kg.CO}_2/\text{ปี} \text{ มีมูลค่า} \\ & = \frac{2,526,292 \text{ Kg.CO}_2/\text{ปี} \times 15.16 \text{ ยูโร/ตันคาร์บอน} \times 50 \text{ บาท/ยูโร}}{1,000} \\ & = 1,914,929 \text{ บาท/ปี} \end{aligned}$$

ดังนั้น ค่าใช้จ่ายการลงทุน		3,000,000 บาท
ผลตอบแทน		
	มีรายได้จากคาร์บอนเครดิต	= 1,914,929 บาท/ปี
ดังนั้นระยะเวลาคืนทุนคือ	$\frac{3,000,000}{1,914,929}$	= 1.57 ปี หรือ 18.8 เดือน

ดังนั้นหากลงทุนเปลี่ยนเชื้อเพลิงหม้อไอน้ำ จากน้ำมันเตามาเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลชนิด
แกลบข้าวแล้วจะสามารถคืนทุนใน 1.57 ปี

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1. ผลการประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

1.1 ผลการประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์รวมทั้งหมดของการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ของโรงงานกรณีศึกษา

การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นั้นคาร์บอนไดออกไซด์ รวมทั้งหมด 12,472,354 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี โดยมาจากการใช้วัสดุ 6,650,537 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี และมาจากการใช้พลังงาน 5,821,817 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี เมื่อพิจารณาจากแหล่งปลดปล่อยพบว่าปริมาณมาจากการใช้วัสดุมากกว่าการใช้พลังงาน โดยการใช้วัสดุจะมาจากการใช้เม็ดพลาสติกเป็นหลัก ขณะที่การใช้พลังงานนั้นเป็นผลจากการใช้ไฟฟ้าและการใช้ความร้อนจากไอน้ำมีปริมาณที่ใกล้เคียงกันเมื่อพิจารณาตามชนิดของเส้นใยที่ผลิตพบว่าปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีปริมาณมากไปหาน้อยเรียงตามลำดับคือ เส้นใยไนลอน เส้นใยโพลีโพลีเอสเตอร์ เส้นใยโพลีเอสเตอร์เส้น และเส้นใยโพลีโพลีเอสเตอร์ตามลำดับ

1.2 เส้นใยสังเคราะห์ยาวชนิดไนลอน

การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตเส้นใยไนลอนนั้น มีปริมาณ 4,623,552 กิโลกรัมต่อปี โดยมีปริมาณมาจากการใช้เม็ดพลาสติกไนลอนเป็นหลัก เพราะคุณสมบัติด้านการปลดปล่อยของวัสดุไนลอนเองรองลงมาคือ มาจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในการผลิต ขณะที่แหล่งอื่น ๆ มีปริมาณเพียงเล็กน้อย

1.3 เส้นใยสั้นชนิดโพลีโพลีเอสเตอร์

เส้นใยโพลีโพลีเอสเตอร์ มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 3,192,127 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี โดยแหล่งการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในการผลิตเส้นใยโพลีโพลีเอสเตอร์นั้น มาจากการใช้พลังงานความร้อนจากไอน้ำเป็นหลัก ซึ่งใช้ในกระบวนการผลิตในขั้นตอนการทำให้เส้นไหมหยาบ รองลงมาคือ จากแหล่งการใช้เม็ดพลาสติกโพลีโพลีเอสเตอร์ การใช้พลังงานไฟฟ้า และอื่น ๆ ตามลำดับ

1.4 เส้นใยสังเคราะห์สั้นชนิด โพลีโพรพิลีน

การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตเส้นใยโพลีโพรพิลีนสั้นมี ปริมาณ 2,542,081 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี โดยมีแหล่งหลักมาจากการใช้เม็ดพลาสติก โพลีโพรพิลีน การใช้พลังงานความร้อนจากไอน้ำ และการใช้ไฟฟ้าในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน ขณะที่ แหล่งอื่น ๆ มีปริมาณเพียงเล็กน้อย

1.5 เส้นใยสังเคราะห์ยาวชนิด โพลีโพรพิลีน

เส้นใยโพลีโพรพิลีนชนิดยาวมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 2,114,593 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี โดยแหล่งปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตเส้น ใยโพลีโพรพิลีนชนิดยาวนั้นมาจากการใช้เม็ดพลาสติกโพลีโพรพิลีนเป็นหลัก รองลงมาคือ การใช้ พลังงานไฟฟ้า ซึ่งมีการใช้ในการหลอมเหลวเม็ดพลาสติกเป็นหลัก ส่วนอื่น มีผลเพียงเล็กน้อย

2. ภาคพลังงาน

2.1 การปรับเปลี่ยนแหล่งเชื้อเพลิงไปใช้แหล่งที่มีการปลดปล่อยน้อยกว่า โดยการ เปลี่ยนแหล่งเชื้อเพลิงจากน้ำมันเตามาใช้วัสดุชีวมวล เช่น แกลบ หรือถ่าน ไม้ จะลดได้ 2,526,292 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี

2.2 การลดการสูญเสียของพลังงาน โดยลดการสูญเสียพลังงานโดยการติดตั้งฉนวน ความร้อนที่เครื่องฉีดพลาสติกแล้วจะลดได้อีก 80,329 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี

3. ภาควัสดุ

3.1 การเลือกใช้วัตถุดิบจากแหล่งที่มีการปลดปล่อยน้อยกว่า โดยการเลือกใช้เม็ด พลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีนที่มีแหล่งผลิตจากออสเตรเลียแทนยุโรปจะลดการปลดปล่อยก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ ได้ 175,053 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี

3.2 การเลือกใช้วัตถุดิบจากการรีไซเคิล โดยการเปลี่ยนไปใช้เม็ดพลาสติกชนิดรี ไซเคิลทดแทนการใช้เม็ดพลาสติกชนิดสังเคราะห์ใหม่จะลดได้ 4,403,523 กิโลกรัม คาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี

3.3 ศักยภาพในการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์รวม

ทั้งด้านพลังงานและด้านวัสดุแล้วพบว่าสามารถลดการปลดปล่อยก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ได้ถึง 7,185,196 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี และเมื่อพิจารณาศักยภาพ รวมทั้งหมด จะพบว่าสัดส่วนในการปลดปล่อยสามารถลดลงได้ถึง 57.6% ของการปลดปล่อย ทั้งหมด ซึ่งหากสามารถดำเนินการตามศักยภาพเหล่านี้แล้ว การปลดปล่อยก๊าซ

คาร์บอนไดออกไซด์ ของโรงงานจะลดลงเหลือเพียง 42.4% ของการปลดปล่อยเดิม หรือลดลง 7,185,196 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี จาก 12,472,354 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี เหลือเพียง 5,287,158 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี

4. ข้อเสนอแนะ

4.1 ข้อมูลการประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้วัสดุ

ข้อมูลการประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในงานวิจัยนี้ ในส่วนของการประเมินการปลดปล่อยจากการใช้วัสดุนั้น ผู้วิจัยได้ใช้ฐานข้อมูลวัสดุจากต่างประเทศโดยใช้จากของยุโรป ทั้งนี้เนื่องมาจากในประเทศไทยนั้นยังไม่มีข้อมูลเหล่านี้ ขณะที่ในต่างประเทศนั้นมีการทำฐานข้อมูลของวัสดุด้านสิ่งแวดล้อมที่ชัดเจน โดยประเทศไทยยังอยู่ในระหว่างดำเนินการรวบรวมข้อมูลเพื่อจัดทำฐานข้อมูลสิ่งแวดล้อมของวัสดุพื้นฐานและพลังงานของประเทศ ซึ่งเมื่อจัดทำสำเร็จแล้ว งานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลสิ่งแวดล้อมด้านต่างๆ อาทิ การประเมินการประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การประเมินวัฏจักรชีวิต การจัดทำฉลากคาร์บอน การประเมินคาร์บอนเครดิต จะได้ประโยชน์จากการใช้ข้อมูลเหล่านี้ ทั้งนี้เพราะการใช้ข้อมูลที่มาจากในประเทศเองนั้นเพราะจะทำให้งานวิจัยมีความแม่นยำมากขึ้น ดังนั้นหากฐานข้อมูลวัสดุพื้นฐานและพลังงานของประเทศสำเร็จแล้ว การสานต่องานวิจัยชิ้นนี้โดยการปรับปรุงข้อมูลโดยการใช้ฐานข้อมูลจากวัสดุพื้นฐานที่ผลิตในประเทศก็จะมีความแม่นยำมากขึ้น อีกทั้งงานวิจัยนี้ได้มีการนำเสนอวิธีการในการประเมินหาการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ชัดเจนแล้ว หากโรงงานผลิตเส้นใยสังเคราะห์อื่นนำไปทำการประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของตนเองอีกหลายโรงงานโดยวิธีการเดียวกันแล้วนำมาวิเคราะห์ร่วมกันแล้วก็จะสามารถทราบได้ว่า ในอุตสาหกรรมการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ของประเทศไทยนั้นมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งประเทศเป็นปริมาณเท่าใด และหากต้องการทราบแนวโน้มว่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของประเทศนั้น จะมีทิศทางเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างไร ก็สามารถใช้อข้อมูลย้อนหลัง นำมาประเมินโดยใช้รูปแบบตามงานวิจัยนี้ได้

4.2 การใช้พลาสติกชีวภาพ

พลาสติกจากปิโตรเคมีนั้นจะไม่สามารถย่อยสลายตัวเองได้โดยวิธีทางชีวภาพ การกำจัดขยะพลาสติกจึงต้องใช้การเผาทำลาย ซึ่งระหว่างการสลายตัวจากการเผา ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะถูกปลดปล่อยออกมาสู่บรรยากาศจากปฏิกิริยาเผาไหม้ที่เกิดขึ้น ดังนั้นการใช้พลาสติกชีวภาพ (Bioplastics) ซึ่งมีความสามารถในการย่อยสลายได้โดยวิธีการทางชีวภาพ และสามารถผลิตได้จากชีวมวล ซึ่งเป็นวัสดุหมุนเวียน คุณสมบัติเหล่านี้ทำให้พลาสติกชนิดนี้ไม่เกิดการปลดปล่อยก๊าซ

คาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มแก่โลก โดยชนิดที่มีการผลิตในอุตสาหกรรมแล้ว มี 2 กลุ่มหลัก คือ โพลีแลคติก (Polylactic Acid : PLA) และ โพลีไฮดรอกซีอัลคาโนเอต (Polyhydroxyalkanoates : PHA) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกัน 2 กลุ่มนี้แล้ว โพลีแลคติก มีความเป็นพลาสติกที่ค่อนข้างด้อยกว่า ขณะที่ PHA ซึ่งเป็นโพลีเอสเตอร์ชีวภาพที่สังเคราะห์ขึ้นภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตพวกแบคทีเรีย มีความเป็นพลาสติกที่ดีและสามารถประยุกต์ใช้ได้กว้างขวางกว่า และมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับโพลีโพรพิลีน และโพลีเอทิลีน ดังนั้นจึงควรมีการส่งเสริมการทำวิจัยด้านนี้ให้มากขึ้นเพื่อให้เกิดการใช้งานวัสดุนี้แพร่หลายมากขึ้น

4.3 วัสดุชีวมวล

งานวิจัยชิ้นนี้ทำให้ทราบว่าวัสดุชีวมวลนั้น หากมีการส่งเสริมการใช้มากขึ้น นอกจากจะเป็นการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศแล้วยังสามารถตีมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ได้จากการขายคาร์บอนเครดิต และเป็นธุรกิจที่มีศักยภาพที่เติบโตได้อีกมากเพราะประเทศไทยนั้นมีชีวมวลจากภาคเกษตรกรรมในปริมาณที่มาก และยังไม่ได้ถูกนำมาใช้อย่างเต็มที่ ดังนั้นหากมีการส่งเสริมการใช้ชีวมวลให้มากขึ้น แล้วก็จะประโยชน์ต่อประเทศอย่างยั่งยืนทั้งในแง่ของเศรษฐศาสตร์และสิ่งแวดล้อม

บรรณานุกรม

- แกรี สติทซ์ และคณะ. ทางเลือกพลังงานเพื่อดับโลกร้อน. กรุงเทพมหานคร :สำนักพิมพ์วิ วิชา, 2550.
- ชนิกานต์ อัมประยูร. “ การประเมินจักรชีวิต เปรียบเทียบระหว่างอาคาร โครงเหล็กและ โครงสร้างคอนกรีตในประเทศไทย.” ใน การประชุมเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์, 2551.
- บัณฑิต คงอินทร์. รุก-รับโลกร้อน ก่อนหายนะ. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร :สำนักพิมพ์มติชน, 2550.
- สมชาย มณีวรรณ และ คุณฤทิ์ คำบุญเรือง. “ การประเมินปริมาณ คาร์บอนไดออกไซด์ ของโครงการผลิตไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กในพื้นที่ลุ่มน้ำยม”.ใน การประชุมเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 4, กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์, 2551.
- สำนักนโยบายและแผนพลังงาน. “ทำความรู้จักพิษีสารเกียวโต.” Eppo newsletter. 4 ,25 (มกราคม 2548) : 3.
- ศรียรัตน์ ศิริพรวิศาล, “PHA : พลาสติกชีวภาพจากแบคทีเรีย.” วารสารส่งเสริมเทคโนโลยี 202, (ธันวาคม 2551 – มกราคม 2552):66-72.
- Awaja, Firas., and Dumitru Pavel. “ Review Recycling of PET”. European polymer journal 41. 1453-1477. 2005.
- Che-Chiang Hsu, Chia-Yon Chen. “Investigating strategies to reduce CO₂ emission from the power sectors of Taiwan.” Electrical Power and Energy system 26 (2004) : 487-492.
- Denis Babusiaux, Axel Pierru. “Modeling and allocation of CO₂ emissions in a multi product industry: The case of oil refining.” Applied Energy 84 (2007) : 828-841.
- Dryer, J.A, and R.L. Desjardins. “Carbon Dioxide Emission Associated with the Manufacturing of Tractors and Farm Machinery in Canada.” Biosystem Engineering 93(2006) : 107-118.
- Gonzalez, Maria Jesus., and Justo Gracia Navarro. “Assessment of the decrease of CO₂ Emission in the construction field through the selection of material :Practical case study of three houses of low environmental impact.” Building and environmental 41(2006) :902-909.

Gerilla, G.P, K. Taknomo, and K. Hokao. "An environmental Assessment of wood and steel reinforced concrete housing construction." Building and Environmental 42 (2007) : 2778-2784.

Kurhunen, Maja-Ritta, and Helena Dahlbo. "Reducing green house gas emission by recycling plastics and textiles into products." The finish environment 30 (2007).

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผลการคำนวณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตเส้นใยแต่ละชนิด

ตารางที่ 12 การประเมินปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตเส้นใยสังเคราะห์

เดือน	การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้วัสดุ					การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงาน					การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ทั้งหมด
	เส้นใยโพลีโพลีลีนชนิดสั้น	เส้นใยโพลีโพลีลีนชนิดยาว	เส้นใยโพลีเอสเตอร์ชนิดสั้น	เส้นใยไนลอนชนิดยาว	รวม	เส้นใยโพลีโพลีลีนชนิดสั้น	เส้นใยโพลีโพลีลีนชนิดยาว	เส้นใยโพลีเอสเตอร์ชนิดสั้น	เส้นใยไนลอนชนิดยาว	รวม	
	Kg CO ₂	Kg CO ₂	Kg CO ₂	Kg CO ₂	Kg CO ₂	Kg CO ₂	Kg CO ₂	Kg CO ₂	Kg CO ₂	Kg CO ₂	Kg CO ₂
มกราคม	199,117	115,308	81,928	-	396,352	441,148	76,497	145,245	-	662,890	1,059,242
กุมภาพันธ์	225,326	123,938	-	382,315	731,579	406,485	82,417	-	150,852	639,755	1,371,334
มีนาคม	-	118,024	140,984	108,063	367,072	-	77,918	243,825	42,548	364,290	731,362
เมษายน	250,719	88,884	-	202,543	542,147	569,223	36,022	-	67,241	672,485	1,214,631
พฤษภาคม	-	31,669	79,580	435,531	546,780	-	22,975	131,769	147,040	301,784	848,563
มิถุนายน	-	119,031	141,706	402,073	662,810	-	68,373	246,502	124,314	439,189	1,101,999
กรกฎาคม	147,343	95,851	97,065	516,223	856,482	289,902	63,465	176,484	160,530	690,381	1,546,863
สิงหาคม	87,233	178,498	127,472	473,498	866,701	204,121	118,162	205,365	173,023	700,670	1,567,372
กันยายน	-	168,197	103,726	415,589	687,512	-	103,555	178,864	141,211	423,630	1,111,142
ตุลาคม	86,843	111,438	55,673	-	253,954	149,035	91,786	111,083	-	351,904	605,858
พฤศจิกายน	38,119	-	78,888	379,854	496,861	97,519	-	122,901	131,525	351,944	848,805
ธันวาคม	-	128,216	-	114,072	242,288	-	94,371	73,017	55,512	222,900	465,187

ตารางที่ 12 (ต่อ)

เดือน	การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้วัสดุ					การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงาน					การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ทั้งหมด
	เส้นใยโพลีโพลีลีนชนิดสั้น	เส้นใยโพลีโพลีลีนชนิดยาว	เส้นใยโพลีเอสเตอร์ชนิดสั้น	เส้นใยไนลอนชนิดยาว	รวม	เส้นใยโพลีโพลีลีนชนิดสั้น	เส้นใยโพลีโพลีลีนชนิดยาว	เส้นใยโพลีเอสเตอร์ชนิดสั้น	เส้นใยไนลอนชนิดยาว	รวม	
รวม	1,034,701	1,279,055	907,023	3,429,760	6,650,538	2,157,434	835,539	1,635,054	1,193,794	5,821,821	12,472,359
ค่าเฉลี่ยต่อเดือน	86,225	106,588	75,585	285,813	554,212	179,786	69,628	136,255	99,483	485,152	1,039,363
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	96,473	50,021	52,395	188,450	213,397	203,025	34,487	82,008	62,833	175,177	353,158
ช่วงความเชื่อมั่นที่ระดับความเชื่อมั่น 95%	61,268	31,768	33,275	119,682	135,525	128,938	21,902	52,082	39,904	111,253	224,286

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าโรงงานมีอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 1,039,363 ± 224,286 กิโลกรัม CO₂/เดือน
หรือ 12,472,359 ± 2,691,428 กิโลกรัม CO₂/ปี

ตารางที่ 13 การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากเส้นใยในลอนชนิดยาว

เดือน	การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้วัสดุ										การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงาน				
	การใช้เม็ดพลาสติกโพลีโพลีเอทิลีน		การใช้เม็ดสี		การใช้น้ำยาเคลือบเส้นใย		การใช้ลวดรัดถุงบรรจุเส้นใย		การใช้ถุงบรรจุเส้นใย		การใช้พลังงานไฟฟ้า		การใช้พลังงานความร้อนจากไอน้ำ		
	Kg	Kg CO ₂	Kg	Kg CO ₂	Kg	Kg CO ₂	Kg	Kg CO ₂	Kg	Kg CO ₂	KWh	Kg CO ₂	Kg oil	Kg CO ₂	
มกราคม	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
กุมภาพันธ์	67,770	370,084	2,191	11,965	1,367	-	18,113	-	159	266	207,638	150,852	-	-	
มีนาคม	19,199	104,844	577	3,151	348	-	5,009	-	41	68	58,564	42,548	-	-	
เมษายน	36,174	197,542	905	4,942	772	-	9,090	-	35	58	92,552	67,241	-	-	
พฤษภาคม	77,777	424,732	1,961	10,709	1,509	-	17,743	-	54	90	202,390	147,040	-	-	
มิถุนายน	71,784	392,004	1,815	9,912	1,478	-	19,367	-	94	157	171,110	124,314	-	-	
กรกฎาคม	92,030	502,566	2,440	13,323	1,999	-	24,215	-	200	334	220,958	160,530	-	-	
สิงหาคม	84,195	459,780	2,442	13,333	1,642	-	22,638	-	231	386	238,154	173,023	-	-	
กันยายน	74,176	405,067	1,862	10,168	1,344	-	19,829	-	212	354	194,367	141,211	-	-	
ตุลาคม	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
พฤศจิกายน	67,427	368,211	2,125	11,604	1,361	-	18,619	-	23	38	181,035	131,525	-	-	
ธันวาคม	20,500	111,948	388	2,119	484	-	4,848	-	3	5	76,409	55,512	-	-	

ตารางที่ 13 (ต่อ)

เดือน	การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้วัสดุ										การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงาน			
	การใช้เม็ดพลาสติกโพลีโพลีลีน		การใช้เม็ดสี		การใช้น้ำยาเคลือบเส้นใย		การใช้ลวดรัดถุงบรรจุเส้นใย		การใช้ถุงบรรจุเส้นใย		การใช้พลังงานไฟฟ้า		การใช้พลังงานความร้อนจากไอน้ำ	
	Kg	Kg CO ₂	Kg	Kg CO ₂	Kg	Kg CO ₂	Kg	Kg CO ₂	Kg	Kg CO ₂	KWh	Kg CO ₂	Kg oil	Kg CO ₂
รวม	611,032	3,336,778	16,705	91,224	12,307	-	159,471	-	1,052	1,757	1,643,176	1,193,794	0	0
ค่าเฉลี่ยต่อเดือน	50,919	278,065	1,392	7,602	1,026	-	13,289	-	88	146	136,931	99,483	0	0
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	33,556	183,244	948	5,176	675	-	8,886	-	89	148	86,485	62,833	0	0
ช่วงความเชื่อมั่นที่ระดับความเชื่อมั่น 95%	21,311	116,376	602	3,287	429	-	5,644	-	56	94	54,926	39,904	0	0

ตารางที่ 14 การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากเส้นใยโพลีโพลีเอสเตอร์ชนิดสั้น

เดือน	การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้วัสดุ										การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงาน			
	การใช้เม็ดพลาสติกโพลีโพลีเอสเตอร์		การใช้เม็ดสี		การใช้น้ำยาเคลือบเส้นใย		การใช้ลวดรัดถุงบรรจุเส้นใย		การใช้ถุงบรรจุเส้นใย		การใช้พลังงานไฟฟ้า		การใช้พลังงานความร้อนจากไอน้ำ	
	Kg	Kg CO ₂	Kg	Kg CO ₂	Kg	Kg CO ₂	Kg	Kg CO ₂	Kg	Kg CO ₂	KWh	Kg CO ₂	Kg oil	Kg CO ₂
มกราคม	115,000	192,052	3,308	5,524	1,145	-	530	583	573	957	149,309	108,476	116,763	332,672
กุมภาพันธ์	106,987	178,671	26,987	45,069	990	-	512	563	613	1,024	138,933	100,937	107,243	305,548
มีนาคม	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
เมษายน	145,433	242,876	3,326	5,554	1,205	-	710	781	903	1,508	188,409	1366,882	151,745	432,340
พฤษภาคม	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
มิถุนายน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
กรกฎาคม	85,238	142,349	2,375	3,966	676	-	421	463	338	564	87,356	633,465	79,476	226,437
สิงหาคม	50,214	83,858	1,545	2,579	240	-	254	279	309	516	52,278	37,981	58,313	166,141
กันยายน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ตุลาคม	50,151	83,753	1,373	2,293	410	-	248	273	314	524	46,162	33,537	40,538	115,498
พฤศจิกายน	22,039	36,806	625	1,044	190	-	113	124	87	145	11,141	8,094	31,387	8,9425
ธันวาคม	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 14 (ต่อ)

เดือน	การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้วัสดุ										การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงาน			
	การใช้เม็ดพลาสติก โพลิโพรพิลีน		การใช้เม็ดสี		การใช้น้ำยาเคลือบเส้นใย		การใช้ลวดรัดถุงบรรจุเส้นใย		การใช้ถุงบรรจุเส้นใย		การใช้พลังงานไฟฟ้า		การใช้พลังงาน ความร้อนจากไอน้ำ	
	Kg	Kg CO ₂	Kg	Kg CO ₂	Kg	Kg CO	Kg	Kg CO ₂	Kg	Kg CO ₂	Kg	Kg CO ₂	Kg	Kg CO ₂
รวม	575,062	960,366	39,539	66,030	4,856	-	2,788	3,066	3,137	5,239	6,733,587	489,372	585,465	1,668,062
ค่าเฉลี่ยต่อเดือน	47,922	80,030	3,295	5,503	405	-	232	255	261	437	56,132	40,781	48,789	139,005
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	53,131	88,730	7,570	12,642	476	-	255	280	304	507	68,691	49,905	53,887	153,532
ช่วงความเชื่อมั่นที่ระดับความเชื่อมั่น 95%	33,743	56,351	4,808	8,029	303	-	162	178	193	322	43,625	31,694	34,223	97,506

ตารางที่ 15 การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากเส้นใยโพลีโพลีเอทิลีนชนิดยาว

เดือน	การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้วัสดุ												การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงาน			
	การใช้เม็ดพลาสติกโพลีโพลีเอทิลีน		การใช้เม็ดสี		การใช้เม็ดพลาสติกป้องกันการเปลี่ยนสี		การใช้น้ำยาเคลือบเส้นใย		การใช้แกนกระดาษ		การใช้ถุงบรรจุเส้นใย		การใช้พลังงานไฟฟ้า		การใช้พลังงานความร้อนจากไอน้ำ	
	Kg	Kg CO ₂	Kg	Kg CO ₂	Kg	Kg CO ₂	Kg	Kg CO ₂	Kg	Kg CO ₂	Kg	Kg CO ₂	KWh	Kg CO ₂	Kg oil	Kg CO ₂
มกราคม	66,916	111,751	1,957	3,268	170	284	703	-	6,370	-	3	5	105,292	76,497	-	-
กุมภาพันธ์	72,021	120,276	1,923	3,211	149	249	827	-	10,149	-	121	202	113,442	82,417	-	-
มีนาคม	68,195	113,887	2,091	3,493	226	377	698	-	11,939	-	160	267	107,248	77,918	-	-
เมษายน	51,603	86,178	1,550	2,588	42	70	450	-	8,590	-	29	48	49,581	36,022	-	-
พฤษภาคม	18,606	31,072	223	372	115	192	195	-	4,645	-	19	32	31,623	22,975	-	-
มิถุนายน	68,976	115,191	2,126	3,551	135	225	640	-	9,328	-	38	63	94,110	68,373	-	-
กรกฎาคม	55,467	92,631	1,683	2,811	170	284	559	-	9,816	-	75	125	87,356	63,465	-	-
สิงหาคม	103,135	172,238	3,457	5,773	61	102	982	-	14,861	-	231	386	162,642	118,162	-	-
กันยายน	97,456	162,754	2,824	4,716	256	428	935	-	18,751	-	180	301	142,536	103,555	-	-
ตุลาคม	64,339	107,447	2,322	3,877	-	-	771	-	15,006	-	68	114	126,337	91,786	-	-
พฤศจิกายน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-
ธันวาคม	74,022	123,618	2,581	4,310	122	204	932	-	6,810	-	50	84	129,895	94,371	-	-

ตารางที่ 15 (ต่อ)

เดือน	การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้วัสดุ												การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงาน			
	การใช้เม็ดพลาสติกโพลีโพลีลีน		การใช้เม็ดสี		การใช้เม็ดพลาสติกป้องกันการเปลี่ยนสี		การใช้น้ำยาเคลือบเส้นใย		การใช้แกนกระดาษ		การใช้ถุงบรรจุเส้นใย		การใช้พลังงานไฟฟ้า		การใช้พลังงานความร้อนจากไอน้ำ	
	Kg	Kg CO ₂	Kg	Kg CO ₂	Kg	Kg CO ₂	Kg	Kg CO ₂	Kg	Kg CO ₂	Kg	Kg CO ₂	KWh	Kg CO ₂	Kg oil	Kg CO ₂
รวม	740,736	1,237,044	22,736	37,969	1,446	2,415	7,692	-	116,265	-	974	1,627	1,150,063	835,539	0	0
ค่าเฉลี่ยต่อเดือน	61,728	103,087	1,895	3,164	121	201	641	-	9,689	-	81	136	95,839	69,628	0	0
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	28,901	48,265	982	1,640	82	137	301	-	5,067	-	75	126	47,469	34,487	0	0
ช่วงความเชื่อมั่นที่ระดับความเชื่อมั่น 95%	18,354	30,652	623	1,041	52	87	191	-	3,218	-	48	80	30,147	21,902	0	0

ตารางที่ 16 การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากเส้นใยโพลีเอสเตอร์ชนิดสั้น

เดือน	การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้วัสดุ												การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงาน			
	การใช้เม็ดพลาสติกโพลีเอสเตอร์		การใช้เม็ดสี		การใช้เม็ดพลาสติกโพลีโพลีน		การใช้น้ำยาเคลือบเส้นใย		การใช้ลวดรัดถุงบรรจุเส้นใย		การใช้ถุงบรรจุเส้นใย		การใช้พลังงานไฟฟ้า		การใช้พลังงานความร้อนจากไอน้ำ	
	Kg	Kg CO ₂	Kg	Kg CO ₂	Kg	Kg CO ₂	Kg	Kg CO ₂	Kg	Kg CO ₂	Kg	Kg CO ₂	KWh	Kg CO ₂	Kg oil	Kg CO ₂
มกราคม	27,119	79,260	804	2,350	-	-	940	-	101	111	124	207	102,409	74,402	24,865	70,843
กุมภาพันธ์	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
มีนาคม	46,593	136,176	1,235	3,610	450	752	1,457	-	151	166	168	281	175,876	127,777	40,731	116,048
เมษายน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
พฤษภาคม	26,346	77,001	646	1,888	150	251	810	-	96	106	201	336	82,221	59,735	25,283	72,034
มิถุนายน	46,754	136,647	1,323	3,868	300	501	1,202	-	170	187	302	504	162,554	118,098	45,068	128,404
กรกฎาคม	31,780	92,882	1,023	2,989	405	676	798	-	124	136	228	381	118,187	85,865	31,806	90,619
สิงหาคม	41,958	122,629	1,307	3,819	210	351	1,009	-	168	185	292	488	127,790	92,841	39,494	112,523
กันยายน	34,375	100,467	853	2,492	50	84	770	-	130	143	324	541	95,024	69,036	38,548	109,828
ตุลาคม	18,381	53,722	548	1,602	-	-	630	-	75	82	160	267	70,457	51,188	21,022	59,894
พฤศจิกายน	26,073	76,203	785	2,294	100	167	738	-	102	112	67	112	86,340	62,727	21,120	60,173
ธันวาคม	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48,392	35,158	13,288	37,859

ตารางที่ 16 (ต่อ)

เดือน	การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้วัสดุ												การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้วัสดุ			
	การใช้เม็ดพลาสติกโพลีเอสเตอร์		การใช้เม็ดสี		การใช้เม็ดพลาสติกโพลีโพลีลีน		การใช้น้ำยาเคลือบเส้นใย		การใช้ลวดรัดถุงบรรจุเส้นใย		การใช้ลวดรัดถุงบรรจุเส้นใย		การใช้พลังงานไฟฟ้า		การใช้พลังงานความร้อนจากไอน้ำ	
	Kg	Kg CO ₂	Kg	Kg CO ₂	Kg	Kg CO ₂	Kg	Kg CO ₂	Kg	Kg CO ₂	Kg	Kg CO ₂	KWh	Kg CO ₂	Kg oil	Kg CO ₂
รวม	299,379	874,986	8,524	24,913	1,665	2,781	8,354	-	1,117	1,228	1,866	3,116	1,069,250	776,827	301,225	858,230
ค่าเฉลี่ยต่อเดือน	24,948	72,916	710	2,076	139	232	696	-	93	102	156	260	89,104	64,736	25,102	71,519
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	17,287	50,524	494	1,444	166	278	475	-	63	69	120	200	55,118	40,044	15,100	43,022
ช่วงความเชื่อมั่นที่ระดับความเชื่อมั่น 95%	10,979	32,087	314	917	106	176	302	-	40	44	76	127	35,005	25,431	9,590	27,323

ภาคผนวก ข

ปริมาณการใช้วัตถุดิบและพลังงานในการผลิตเส้นใย ปี พ.ศ. 2551

ตารางที่ 17 ปริมาณการใช้วัตถุดิบในการผลิตเส้นใยไนลอนชนิดยาวปีพ.ศ. 2551 ของโรงงาน
กรณีศึกษา

เดือน	เม็ดพลาสติก	เม็ดสี	น้ำยาเคลือบ	แกนกระดาษ	ถุงบรรจุเส้นใย
	ไนลอน		เส้นใย		
	กิโลกรัม	กิโลกรัม	กิโลกรัม	กิโลกรัม	กิโลกรัม
มกราคม	-	-	-	-	-
กุมภาพันธ์	67,770	2,191	1,367	18,113	159
มีนาคม	19,199	577	348	5,009	41
เมษายน	36,174	905	772	9,090	35
พฤษภาคม	77,777	1,961	1,509	17,743	54
มิถุนายน	71,784	1,815	1,478	19,367	94
กรกฎาคม	92,030	2,440	1,999	24,215	200
สิงหาคม	84,195	2,442	1,642	22,638	231
กันยายน	74,176	1,862	1,344	19,829	212
ตุลาคม	-	-	-	-	-
พฤศจิกายน	67,427	2,125	1,361	18,619	23
ธันวาคม	20,500	388	484	4,848	3
ค่าเฉลี่ยต่อ เดือน	50,919	1,392	1,026	13,289	88
ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	33,556	948	675	8,886	89
ช่วงความ เชื่อมั่นที่ระดับ ความเชื่อมั่น 95%	21,311	602	429	5,644	56

ตารางที่ 18 ปริมาณการใช้วัตถุดิบในการผลิตเส้นใยโพลีโพลีเอสเตอร์ชนิดสั้นปีพ.ศ. 2551 ของโรงงาน
กรณีศึกษา

เดือน	เม็ดพลาสติกโพลีโพลีเอสเตอร์	เม็ดสี	น้ำยาเคลือบเส้นใย	ลาวครัดถุงบรรจุเส้นใย	ถุงบรรจุเส้นใย
	กิโลกรัม	กิโลกรัม	กิโลกรัม	กิโลกรัม	กิโลกรัม
มกราคม	115,000	3,308	1,145	530	573
กุมภาพันธ์	106,987	26,987	990	512	613
มีนาคม	-	-	-	-	-
เมษายน	145,433	3,326	1,205	710	903
พฤษภาคม	-	-	-	-	-
มิถุนายน	-	-	-	-	-
กรกฎาคม	85,238	2,375	676	421	338
สิงหาคม	50,214	1,545	240	254	309
กันยายน	-	-	-	-	-
ตุลาคม	50,151	1,373	410	248	314
พฤศจิกายน	22,039	625	190	113	87
ธันวาคม	-	-	-	-	-
ค่าเฉลี่ยต่อเดือน	47,922	3,295	405	232	261
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	53,131	7,570	476	255	304
ช่วงความเชื่อมั่นที่ระดับความเชื่อมั่น 95%	33,743	4,808	303	162	193

ตารางที่ 19 ปริมาณการใช้วัตถุดิบในการผลิตเส้นใยโพลีโพลีเอทิลีนชนิดยาวปีพ.ศ. 2551 ของโรงงาน
กรณีศึกษา

เดือน	เม็ดพลาสติก โพลีโพลี เอทิลีน	เม็ดสี	เม็ดพลาสติก ผสมสาร ป้องกันสี เปลี่ยน	น้ำยาเคลือบ เส้นใย	แกน กระดาษ	ถุงบรรจุ เส้นใย
	กิโลกรัม	กิโลกรัม	กิโลกรัม	กิโลกรัม	กิโลกรัม	กิโลกรัม
มกราคม	66,916	1,957	170	703	6,370	3
กุมภาพันธ์	72,021	1,923	149	827	10,149	121
มีนาคม	68,195	2,091	226	698	11,939	160
เมษายน	51,603	1,550	42	450	8,590	29
พฤษภาคม	18,606	223	115	195	4,645	19
มิถุนายน	68,976	2,126	135	640	9,328	38
กรกฎาคม	55,467	1,683	170	559	9,816	75
สิงหาคม	103,135	3,457	61	982	14,861	231
กันยายน	97,456	2,824	256	935	18,751	180
ตุลาคม	64,339	2,322	-	771	15,006	68
พฤศจิกายน	-	-	-	-	-	-
ธันวาคม	74,022	2,581	122	932	6,810	50
ค่าเฉลี่ยต่อ เดือน	61,728	1,895	121	641	9,689	81
ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	28,901	982	82	301	5,067	75
ช่วงความ เชื่อมั่นที่ ระดับความ เชื่อมั่น 95%	18,354	623	52	191	3,218	48

ตารางที่ 20 ปริมาณการใช้วัตถุดิบในการผลิตเส้นใยโพลีเอสเตอร์ชนิดสั้นปีพ.ศ. 2551 ของโรงงาน
กรณีศึกษา

เดือน	เม็ดพลาสติก โพลีเอสเตอร์	เม็ดสี	เม็ดสีโพลีโ ไฟลีน	น้ำยาเคลือบ เส้นใย	ลาวรดึง บรรจุเส้น ใย	ถุงบรรจุ เส้นใย
	กิโลกรัม	กิโลกรัม	กิโลกรัม	กิโลกรัม	กิโลกรัม	กิโลกรัม
มกราคม	27,119	804	-	940	101	124
กุมภาพันธ์	-	-	-	-	-	-
มีนาคม	46,593	1235	450	1,457	151	168
เมษายน	-	-	-	-	-	-
พฤษภาคม	26,346	646	150	810	96	201
มิถุนายน	46,754	1,323	300	1,202	170	302
กรกฎาคม	31,780	1,023	405	798	124	228
สิงหาคม	41,958	1,307	210	1,009	168	292
กันยายน	34,375	853	50	770	130	324
ตุลาคม	18,381	548	-	630	75	160
พฤศจิกายน	26,073	785	100	738	102	67
ธันวาคม	-	-	-	-	-	-
ค่าเฉลี่ยต่อ เดือน	24,948	710	139	696	93	156
ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	17,287	494	166	475	62	120
ช่วงความ เชื่อมั่นที่ ระดับความ เชื่อมั่น 95%	10,979	314	106	302	60	76

ตารางที่ 21 ปริมาณการใช้น้ำมันเตาในการผลิตไอน้ำเพื่อใช้พลังงานความร้อนในการผลิตในปี
พ.ศ. 2551 มีหน่วยเป็น ลิตรของน้ำมันเตาที่ใช้

เดือน	เส้นใยโพลีโพลีเอสเตอร์ ชนิดสั้น	เส้นใยโพลีเอสเตอร์ ทอชนิดสั้น	เส้นใยโพลีโพลีเอสเตอร์ ชนิดยาว	เส้นใยไนลอน ชนิดยาว
มกราคม	116,763	24,865	-	-
กุมภาพันธ์	107,243	-	-	-
มีนาคม	-	40,731	-	-
เมษายน	151,745	-	-	-
พฤษภาคม	-	25,283	-	-
มิถุนายน	-	45,068	-	-
กรกฎาคม	79,476	31,806	-	-
สิงหาคม	58,313	39,494	-	-
กันยายน	-	38,548	-	-
ตุลาคม	40,538	21,022	-	-
พฤศจิกายน	31,387	21,120	-	-
ธันวาคม	-	13,288	-	-
ค่าเฉลี่ยรายเดือน	48,789	25,102	-	-
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	53,887	15,100	-	-
ช่วงความเชื่อมั่นที่ ระดับความเชื่อมั่น 95%	34,223	9,590	-	-

ตารางที่ 22 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในการผลิตในปี พ.ศ. 2551 มีหน่วยเป็น KWh

เดือน	สายไฮโพลีโพลี ลีนชนิดสั้น	สายไฮโพลีเอส เทอร์ชนิดสั้น	สายไฮโพลีโพลี ไพลีนชนิดยาว	สายไนลอน ชนิดยาว
มกราคม	149,310	105,292		
กุมภาพันธ์	138,933	113,442	-	207,638
มีนาคม	-	107,248	175,876	58,564
เมษายน	188,409	49,581	-	
พฤษภาคม	-	31,623	82,221	
มิถุนายน	-	94,110	162,554	
กรกฎาคม	87,356	87,356	118,187	220,958
สิงหาคม	52,278	162,642	127,790	238,154
กันยายน	-	142,536	95,024	194,367
ตุลาคม	46,162	126,337	70,457	-
พฤศจิกายน	11,141	-	86,340	181,035
ธันวาคม	-	129,895	48,392	76,409
รวมทั้งปี	673,587	1,150,063	1,069,250	1,643,176
ค่าเฉลี่ยรายเดือน	56,132	95,839	89,104	136,931
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	68,691	47,469	55,118	86,485
ช่วงความเชื่อมั่นที่ ระดับความเชื่อมั่น 95%	43,625	30,147	35,005	54,926

ภาคผนวก ค

สัดส่วนการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตเส้นใยแต่ละชนิด

ตารางที่ 23 สัดส่วนการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตเส้นใยในลอน

	กระบวนการผลิตเส้นใยในลอน เครื่องจักรหลัก	ขนาด ฟุต	จำนวน	ปริมาณการใช้พลังงาน ไฟฟ้าต่อชั่วโมง			ร้อยละจาก แต่ละ กระบวนการ การผลิต	รวม
				(kWh)	(HP)	(MJ)		
อบเม็ด พลาสติก	Chip Tank	0	1	0	0.00	0.00	0.00	7.44
	Dehumidifying Dryer	40	1	40	53.62	144.00	7.44	
ลำเลียงและ ผสมเม็ด พลาสติก	Auto Loader A1	0.746	1	0.746	1.00	2.69	0.14	1.17
	Auto Loader B1	0.746	1	0.746	1.00	2.69	0.14	
	Auto Loader C1	0.746	2	0.746	1.00	2.69	0.14	
	Auto Loader A2	0.746	2	0.746	1.00	2.69	0.14	
	Auto Loader B2	0.746	2	0.746	1.00	2.69	0.14	
	Auto Loader C2	0.746	2	0.746	1.00	2.69	0.14	
	Jet Loader	1.8	1	1.8	2.41	6.48	0.33	
หลอมเหลว เม็ด พลาสติก	Hot Oil	35	1	35	46.92	126.00	6.51	53.14
	Dosing Unit No. A1	0.746	1	0.746	1.00	2.69	0.14	
	Dosing Unit No. B1	0.746	1	0.746	1.00	2.69	0.14	
	Dosing Unit No. C1	0.746	1	0.746	1.00	2.69	0.14	
	Dosing Unit No. A2	0.746	1	0.746	1.00	2.69	0.14	
	Dosing Unit No. B2	0.746	1	0.746	1.00	2.69	0.14	
	Dosing Unit No. C2	0.746	1	0.746	1.00	2.69	0.14	
	Extruder A1	22.2	1	22.2	29.76	79.92	4.13	
	Extruder B1	22.2	1	22.2	29.76	79.92	4.13	
	Extruder C1	22.2	1	22.2	29.76	79.92	4.13	
	Extruder A2	22.2	1	22.2	29.76	79.92	4.13	
	Extruder B2	22.2	1	22.2	29.76	79.92	4.13	
	Extruder C2	22.2	1	22.2	29.76	79.92	4.13	
	Spinning Pump 1	1.1	1	1.1	1.47	3.96	0.20	
	Spinning Pump 2	1.1	1	1.1	1.47	3.96	0.20	
	Spinning Pump 3	1.1	1	1.1	1.47	3.96	0.20	
	Spinning Pump 4	1.1	1	1.1	1.47	3.96	0.20	
Spinning Pump 5	1.1	1	1.1	1.47	3.96	0.20		
Spinning Pump 6	1.1	1	1.1	1.47	3.96	0.20		

ตารางที่ 23 (ต่อ)

	กระบวนการผลิตเส้นใยไนลอนเครื่องจักรหลัก	ขนาดพิกัด	จำนวน	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อชั่วโมง			ร้อยละจากแต่ละกระบวนการผลิต	รวม
				(kWh)	(HP)	(MJ)		
ขึ้นรูปเส้นไหม	Chiller 1	106.49	1	106.49	142.75	383.36	19.80	
	Chiller 2	106.49	1	106.49	142.75	383.36	19.80	
	Chiller 3	15	1	15	20.11	54.00	2.79	
	Cooling Tower(Dryer)	1.8	1	1.8	2.41	6.48	0.33	
	AHU	11	1	11	14.75	39.60	2.05	
	Quenching Chamber	0.03	1	0.03	0.04	0.11	0.01	
เคลือบนำยาเส้นไหม	Spin Finish Oil Roller	0.5	1	0.5	0.67	1.80	0.09	0.09
ยัดเส้นไหม	Godet	34.2	1	34.2	45.84	123.12	6.36	6.36
ทำเส้นไหมให้หยัก	Texturizer	19.2	1	19.2	25.74	69.12	3.57	3.57
ม้วนเส้นไหมเข้าลูก	Winder No.1	1.43	1	1.43	1.92	5.15	0.27	3.26
	Winder No.2	1.43	1	1.43	1.92	5.15	0.27	
	Winder No.3	1.43	1	1.43	1.92	5.15	0.27	
	Winder No.4	1.43	1	1.43	1.92	5.15	0.27	
	Winder No.5	1.43	1	1.43	1.92	5.15	0.27	
	Winder No.6	1.43	1	1.43	1.92	5.15	0.27	
	Winder No.7	1.43	1	1.43	1.92	5.15	0.27	
	Winder No.8	1.43	1	1.43	1.92	5.15	0.27	
	Winder No.9	1.43	1	1.43	1.92	5.15	0.27	
	Winder No.10	1.43	1	1.43	1.92	5.15	0.27	
	Winder No.11	1.43	1	1.43	1.92	5.15	0.27	
	Winder No.12	1.43	1	1.43	1.92	5.15	0.27	
	Conveyor	0.37	1	0.37	0.50	1.33	0.07	
รวม	9000	1 ชุด	538	721	1,936	100.00	100	

ตารางที่ 24 สัดส่วนการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตเส้นใยโพลีเอสเตอร์ชนิดสั้น

Process No	กระบวนการผลิตเส้นใยโพลีเอสเตอร์ชนิดสั้น เครื่องจักรหลัก	ขนาดพิกัด	จำนวน	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อชั่วโมง			ร้อยละจากแต่ละกระบวนการผลิต	รวม
				(kWh)	(HP)	(MJ)		
อบเม็ดพลาสติก	Chiller	25	2	50	67.02	180.00	8.70	16.34
	Chip tank	0	1	0	0.00	0.00	0.00	
	Chip Crystalizer	34.5	1	34.5	46.25	124.20	6.00	
	Dehumidifying Dryer	3	1	3	4.02	10.80	0.52	
	Chip Dryer No.1	3.5	1	3.5	4.69	12.60	0.61	
	ChipDryer No.2	2.9	1	2.9	3.89	10.44	0.50	
ลำเลียงและผสมเม็ดพลาสติก	Auto Loader No.1	0.8	1	0.8	1.07	2.88	0.14	0.97
	Auto Loader No.2	1.8	1	1.8	2.41	6.48	0.31	
	Auto Loader No.3	3	1	3	4.02	10.80	0.52	
หลอมเหลวเม็ดพลาสติก	Dosing Unit	2	1	2	2.68	7.20	0.35	42.26
	Extruder	231.5	1	231.5	310.32	833.40	40.27	
	AHU	5	1	5	6.70	18.00	0.87	
	Spinning Pump	4.4	1	4.4	5.90	15.84	0.77	
ขึ้นรูปเส้นไหม	Quenching Chamber	4.4	1	4.4	5.90	15.84	0.77	0.77
เคลือบน้ำยาเส้นไหม	Spin Finish Oil No.1	1.8	1	1.8	2.41	6.48	0.31	0.31
ยัดเส้นไหม	Godet No.1	5.9	1	5.9	7.91	21.24	1.03	15.33
	Godet No.2	9.8	1	9.8	13.14	35.28	1.70	
	Water Tank	21.3	1	21.3	28.55	76.68	3.71	
	Godet No.3	28.3	1	28.3	37.94	101.88	4.92	
	Godet No.4	22.3	1	22.3	29.89	80.28	3.88	
	Conditioning Oven	0.5	1	0.5	0.67	1.80	0.09	
ทำเส้นไหมให้หยัก	Crimper	17.8	1	17.8	23.86	64.08	3.10	3.10
อบเส้นไหม	Hot Oil	71	1	71	95.17	255.60	12.35	15.14
	Spin Finish Oil No.2	2.5	1	2.5	3.35	9.00	0.43	
	Crimp set Oven	13.5	1	13.5	18.10	48.60	2.35	
ตัดเส้นไหมให้ขาด	Tension Roller	3.3	1	3.3	4.42	11.88	0.57	4.30
	Cutter Drum	21.4	1	21.4	28.69	77.04	3.72	

ตารางที่ 24 (ต่อ)

Process No	กระบวนการผลิตเส้นใยโพลีเอสเตอร์ชนิดสั้นเครื่องจักรหลัก	ขนาดพิกัด	จำนวน	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อชั่วโมง			ร้อยละจากแต่ละกระบวนการผลิต	รวม
				(kWh)	(HP)	(MJ)		
เก็บเส้นไหมเข้าถุง	Baler	8.6	1	8.6	11.53	30.96	1.50	1.50
	รวม		1ชุด	575	771	2,069	100.0	100

ตารางที่ 25 สัดส่วนการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตเส้นใยโพลีโพลีเอทิลีนชนิดยาว

	กระบวนการผลิตเส้นใยโพลีโพลีเอทิลีนชนิดยาว เครื่องจักรหลัก	ขนาด ฟุต	จำนวน	ปริมาณการใช้พลังงาน ไฟฟ้าต่อชั่วโมง			ร้อยละ จากแต่ละ กระบวนการ การผลิต	รวม
				(kWh)	(HP)	(MJ)		
ลำเลียงและ ผสมเม็ด พลาสติก	Chip Tank	0	1	0	0.00	0.00	0.00	0.96
	Auto Loader 1	1.5	1	1.5	2.01	5.40	0.32	
	Auto Loader 2	1.5	1	1.5	2.01	5.40	0.32	
	Auto Loader 3	1.5	1	1.5	2.01	5.40	0.32	
หลอมเหลว เม็ด พลาสติก	Hot Oil	29.5	1	29.5	39.54	106.20	6.27	50.73
	Dosing Unit No. 1	0.7	1	0.7	0.94	2.52	0.15	
	Dosing Unit No. 2	0.7	1	0.7	0.94	2.52	0.15	
	Dosing Unit No. 3	0.7	1	0.7	0.94	2.52	0.15	
	Extruder No. 1	64.6	1	64.6	86.60	232.56	13.73	
	Extruder No. 2	64.6	1	64.6	86.60	232.56	13.73	
	Extruder No. 3	64.6	1	64.6	86.60	232.56	13.73	
	Spinning Pump 1	2.2	1	2.2	2.95	7.92	0.47	
	Spinning Pump 2	2.2	1	2.2	2.95	7.92	0.47	
	Spinning Pump 3	2.2	1	2.2	2.95	7.92	0.47	
	Spinning Pump 4	2.2	1	2.2	2.95	7.92	0.47	
	Spinning Pump 5	2.2	1	2.2	2.95	7.92	0.47	
Spinning Pump 6	2.2	1	2.2	2.95	7.92	0.47		
ขึ้นรูปเส้น ไหม	Chiller 1	47	1	47	63.00	169.20	9.99	22.32
	Chiller 2	47	1	47	63.00	169.20	9.99	
	AHU	11	1	11	14.75	39.6	2.34	
	Quenching Chamber	0	1	0	0.00	0.00	0.00	
เคลือบนำยา เส้นไหม	Spin Finish Oil Roller	0.7	2	1.4	1.88	5.04	0.30	0.30
ยัดเส้นไหม	Godet	76.4	1	76.4	102.41	275.04	16.24	16.24
ทำเส้นไหม ให้หยัก	Texturizer	16.94	1	16.94	22.71	60.98	3.60	3.60
ม้วนเส้น ไหมเข้าตุ๊ก	Winder No.1	2.5	1	2.5	3.35	9.00	0.53	5.85
	Winder No.2	2.5	1	2.5	3.35	9.00	0.53	
	Winder No.3	2.5	1	2.5	3.35	9.00	0.53	

ตารางที่ 25 (ต่อ)

	กระบวนการผลิตเส้นใยโพลีโพลีเอสเตอร์ชนิดยาวเครื่องจักรหลัก	ขนาดพิกัด	จำนวน	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อชั่วโมง			ร้อยละจากแต่ละกระบวนการผลิต	รวม
				(kWh)	(HP)	(MJ)		
	Winder No.4	2.5	1	2.5	3.35	9.00	0.53	
	Winder No.5	2.5	1	2.5	3.35	9.00	0.53	
	Winder No.6	2.5	1	2.5	3.35	9.00	0.53	
	Winder No.7	2.5	1	2.5	3.35	9.00	0.53	
	Winder No.8	2.5	1	2.5	3.35	9.00	0.53	
	Winder No.10	2.5	1	2.5	3.35	9.00	0.53	
	Winder No.11	2.5	1	2.5	3.35	9.00	0.53	
	Winder No.12	2.5	1	2.5	3.35	9.00	0.53	
	รวม	191 kg/hr	1 ชุด	470	630	1,693	100.0	100

ตารางที่ 26 สัดส่วนการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตเส้นใยโพลีโพลีลีนชนิดสั้น

	กระบวนการผลิต เส้นใย โพลีโพลี ลีนชนิดสั้น เครื่องจักรหลัก	ขนาด พิกัด kW	จำนวน	ปริมาณการใช้พลังงาน ไฟฟ้าต่อชั่วโมง			ร้อยละ จากแต่ละ กระบวนการ การผลิต	รวม
				(kWh)	(HP)	(MJ)		
ลำเลียงและ ผสมเม็ด พลาสติก	Chip Tank	0	1	0	0.00	0	0.00	0.05
	Auto Loader	0.33	1	0.33	0.44	1.18	0.05	
หลอมเหลว เม็ดพลาสติก	Hot Oil No.	72.5	1	72.5	97.18	261.0	10.14	64.08
	Hot Oil No.2	64	1	64	85.79	230.4	8.95	
	Dosing Unit	0.11	1	0.11	0.15	0.39	0.02	
	Extruder	278.9	1	278.9	373.86	1004	38.99	
	Fan Bank No.1	6	1	6	8.04	21.6	0.84	
	Fan Bank No.2	6	1	6	8.04	21.6	0.84	
	Fan Bank No.3	6	1	6	8.04	21.6	0.84	
	Fan Bank No.4	6	1	6	8.04	21.6	0.84	
	Spinning Pump Bank 1	4.7	1	4.7	6.30	16.92	0.66	
	Spinning Pump Bank 2	4.7	1	4.7	6.30	16.92	0.66	
	Spinning Pump Bank 3	4.7	1	4.7	6.30	16.92	0.66	
	Spinning Pump Bank 4	4.7	1	4.7	6.30	16.92	0.66	
ขึ้นรูปเส้นไหม	Chiller	27	1	27	36.19	97.2	3.77	3.77
	Quenching Chamber Bank No.1	0	1	0	0.00	0	0.00	
	Quenching Chamber Bank No.2	0	1	0	0.00	0	0.00	
	Quenching Chamber Bank No.3	0	1	0	0.00	0	0.00	
เคลือบนำยา เส้นไหม	Quenching Chamber Bank No.4	0	1	0	0.00	0	0.00	0.00

ตารางที่ 26 (ต่อ)

	กระบวนการผลิตเส้นใย โพลีโพลีลินชนิดสั้น เครื่องจักรหลัก	ขนาดพิกัด kW	จำนวน	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อชั่วโมง			ร้อยละจากแต่ละกระบวนการผลิต	รวม
				(kWh)	(HP)	(MJ)		
ยัดเส้นไหม	Sizer Roller Bank no.1	3.5	1	3.5	4.69	12.6	0.49	1.19
	Sizer Roller Bank no.2	0	1	0	0.00	0	0.00	
	Sizer Roller Bank no.3	0	1	0	0.00	0	0.00	
	Sizer Roller Bank no.4	0	1	0	0.00	0	0.00	
	Division Roller Bank no.1	5	1	5	6.70	18	0.70	
	Division Roller Bank no.2	0	1	0	0.00	0	0.00	
	Division Roller Bank no.3	0	1	0	0.00	0	0.00	
	Division Roller Bank no.4	0	1	0	0.00	0	0.00	
ยัดเส้นไหม	Godet A	13	1	13	17.43	46.8	1.82	21.49
	Godet B	45.5	1	45.5	60.99	163.8	6.36	
	Relaxing Oven No.1	12	1	12	13.09	43.2	1.68	
	Godet No.2	33.2	1	33.2	44.50	119.52	4.64	
	Relaxing Oven No.2	12	1	12	16.09	43.2	1.68	
	Godet No.3	38	1	38	50.94	136.8	5.31	
ทำเส้นไหมให้หยัก	Crimper	39.8	1	39.8	53.35	143.28	5.56	5.56
ตัดเส้นไหมให้ขาด	Dancing Roller	0	1	0	0.00	0	0.00	2.38
	Cutter Drum	17	1	17	22.79	61.2	2.38	
เก็บเส้นไหมเข้าถุง	Baler	10.6	1	10.6	14.21	38.16	1.48	1.48
	รวม	354 kg/hr	1 ชุด	715.2	958.8	2,575	100.0	100

ภาคผนวก ง
การคำนวณกรณีติดตั้งนวนความร้อน

การคำนวณการอนุรักษ์พลังงานจากการหุ้มฉนวนความร้อนใยแก้วที่เครื่องฉีดเส้นใยโพลีโพรพิลีนสั้น

ก่อนหุ้มฉนวน Barrel Extruder Line 8C

ใช้ได้ช่วงอุณหภูมิผิว 100 - 1,000 องศาเซลวิน

$$q_1 = \frac{2\pi r_0 L (T_s - T_a)}{\left[\frac{1}{h_t} \right]}$$

ป้อน	r_0	= รัศมีภายนอกท่อ	2.95	inch	0.0749	m.
ค่า	L	= ความยาวของท่อ	122.047	inch	3.1000	m.
	T_s	= อุณหภูมิของผิวท่อเหล็ก	230	$^{\circ}\text{C}$	503.15	K
	T_a	= อุณหภูมิบรรยากาศ	35	$^{\circ}\text{C}$	308.15	K
	$T_{avg.}$	= อุณหภูมิเฉลี่ยระหว่างผิวท่อและบรรยากาศ	132.5	$^{\circ}\text{C}$	405.65	K
	$h_0 = \frac{k}{D} \overline{Nu}_D$					
	k	= ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของอากาศที่ $T_{avg.}$			0.034191	W/mK
	$Ra_D = \frac{g\beta(T_s - T_a)D^3}{\alpha\nu}$					
		ค่า β ที่อุณหภูมิ $T_{avg.}$			0.002465	K^{-1}
		ค่า ν ที่อุณหภูมิ $T_{avg.}$			0.000027073	m^2/s
		ค่า α ที่อุณหภูมิ $T_{avg.}$			0.000039241	m^2/s
	g	= ค่าคงที่แรงโน้มถ่วงของโลก			9.81	m/s^2
	D	= เส้นผ่าศูนย์กลางกลางของท่อ			0.1498	m.
	Ra_D				14,920,367.94	
	$\overline{Nu}_D = \left\{ 0.6 + \frac{0.387 Ra_D^{\frac{1}{6}}}{\left[1 + \left(\frac{0.559}{Pr} \right)^{\frac{9}{16}} \right]^{\frac{8}{27}}} \right\}^2$					$10^{-5} < Ra_D < 10^{12}$
		ค่า Pr ที่อุณหภูมิ $T_{avg.}$			0.690	
	Nu_D				31.6934	
	h_0				7.2338	$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$
	$h_r = \varepsilon\sigma(T_s^2 + T_a^2)(T_s + T_a)$					
	ε	= สัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อนของผิวท่อ			0.8	
	h_t				12.8109	$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$

h_t	20.0447	W/m^2K
q_1	1839.48	W/m
Q_1	5,702	W
ไฟฟ้าที่สูญเสียก่อนการปรับปรุง	5.70	kW

หลังจากหุ้มฉนวนใยแก้ว Barrel Extruder Line 8C

ใช้ได้ช่วงอุณหภูมิผิว 100 - 1,000 องศาเซลวิน

$$q_2 = \frac{2\pi r_0 L (T_s - T_a)}{\left[\frac{r_0 \ln\left(\frac{r_0}{r_i}\right)}{k_1} \right] + \left[\frac{1}{h_t} \right]}$$

ป้อน	r_i	= รัศมีภายนอกท่อ	2.95	inch	0.0749	m.
ค่า	x	= ต้องการใช้ฉนวนใยแก้วหนา	2	inch	0.0508	m.
	r_o	= รัศมีภายนอกท่อที่หุ้มฉนวนแล้ว			0.1257	m.
	L	= ความยาวของท่อ			1.3000	m.
	k_2	= สภาพการนำความร้อนของฉนวนใยแก้ว			0.1	W/mK
	T_s	= อุณหภูมิของผิวท่อ	230	$^{\circ}C$	503.15	K
	T_{ins}	= อุณหภูมิของผิวฉนวน (โดยการทดลองสุ่มค่า)	60.50	$^{\circ}C$	333.65	K
	T_a	= อุณหภูมิบรรยากาศ	35	$^{\circ}C$	308.15	K
	T_{avg}	= อุณหภูมิเฉลี่ยระหว่างผิวท่อและบรรยากาศ	47.75	$^{\circ}C$	320.9	K
	T_{ins}	อุณหภูมิผิวฉนวน จากการคำนวณ เพื่อตรวจสอบ	60.5	$^{\circ}C$	333.65	K

$$h_0 = \frac{k}{D} Nu_D$$

k	= ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของอากาศที่ T_{avg} .	0.027863	W/mK
---	---	----------	--------

$$Ra_D = \frac{g\beta(T_s - T_a)D^3}{\alpha\nu}$$

ค่า β ที่อุณหภูมิ T_{avg} .	0.003116	K^{-1}	
ค่า ν ที่อุณหภูมิ T_{avg} .	0.000017945	m^2/s	
ค่า α ที่อุณหภูมิ T_{avg} .	0.000025500	m^2/s	
g	= ค่าคงที่แรงโน้มถ่วงของโลก	9.81	m/s^2
D	= เส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ	0.2514	m.

Ra_D		27,065,671.96	
$\overline{Nu}_D = \left\{ 0.6 + \frac{0.387 Ra_D^{\frac{1}{6}}}{\left[1 + \left(\frac{0.559}{Pr} \right)^{\frac{9}{16}} \right]^{\frac{8}{27}}} \right\}^2$		10-	$5 < Ra_D < 1012$
ค่า Pr ที่อุณหภูมิ $T_{avg.}$		0.704	
Nu_D		37.9858	
h_o		4.21	W/m^2K
$h_r = \varepsilon \sigma (T_s^2 + T_a^2)(T_s + T_a)$			
ε = สัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อนของผิวท่อ		0.8	
h_r		6.0052	W/m^2K
h_l		10.2152	W/m^2K
q_2		205.7	W/m
Q_2		267.41	W
ไฟฟ้าที่สูญเสียหลังการปรับปรุง	0.27		kW
ไฟฟ้าที่สูญเสียก่อนการปรับปรุง	5.70		kW
ไฟฟ้าที่ลดลง	5.43		kW
ชั่วโมงผลิตต่อวัน	24		ชั่วโมง
จำนวนวันผลิต	188		วัน/ปี
ไฟฟ้าที่ลดลงต่อเครื่อง	24,522.62		$kw/$ เครื่อง/ปี
จำนวนเครื่องจักร	6		เครื่อง
คิดลดลงที่ 55% ของการคำนวณ	75%		
ไฟฟ้าที่ลดลงทั้งหมด	110,568		$kw/ปี$
ค่าไฟฟ้า	2.70		บาท/ Kw
ไฟฟ้าที่ลดลง	298,533		บาท/ปี
เงินลงทุน	120,000		บาท
ระยะเวลาคืนทุน	0.40		ปี

ภาคผนวก จ

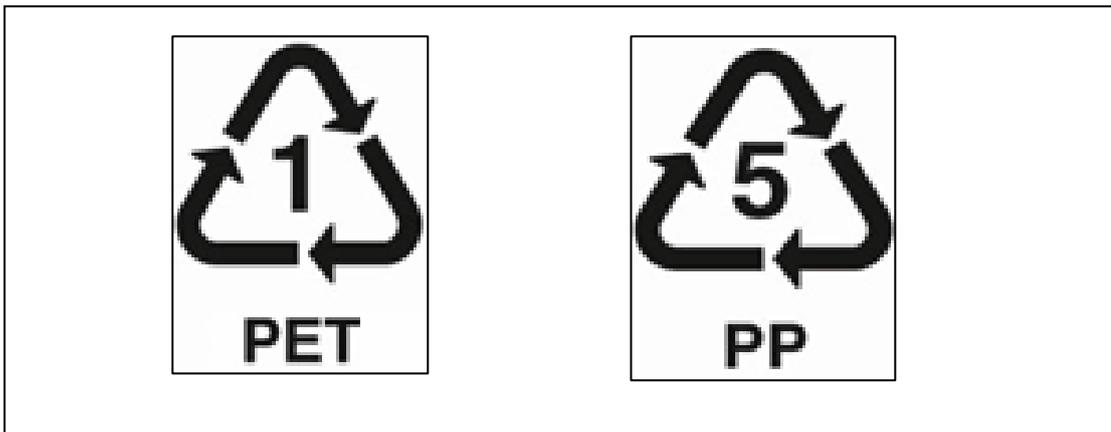
การคำนวณศักยภาพในการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ กรณีใช้วัตถุดิบ
รีไซเคิลทดแทนเม็ดพลาสติกผลิตใหม่

การคำนวณศักยภาพในการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ กรณีใช้วัตถุดิบรีไซเคิลทดแทนเม็ดพลาสติกผลิตใหม่

สมมติฐานการคำนวณ

ในกระบวนการแปรรูปพลาสติกนั้น ต้องมีการใช้พลังงานในปริมาณมากในการแปรรูปให้เม็ดพลาสติกซึ่งอยู่ในสภาพแข็ง ให้หลอมเหลวเพื่อให้สามารถแปรรูปได้ หลังจากนั้นยังต้องใช้พลังงานในการให้ความเย็นคงรูปให้พลาสติกอยู่ในรูปร่างในสภาวะใช้งานทั่วไป แต่ในกระบวนการรีไซเคิลพลาสติกจากเส้นใยนั้น ไม่จำเป็นต้องหลอมพลาสติกอีกครั้ง เพียงแต่นำเส้นใยไปเข้าเครื่องบดเชิงกลเพื่อให้เป็นเส้นใยที่มีขนาดเล็ก ซึ่งใช้พลังงานเพียงเล็กน้อยเท่านั้นก็สามารถนำกลับไปใช้ใหม่ได้ ดังนั้นจึงถือว่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการทำพลาสติกกรีไซเคิลมีค่าน้อยมากจนไม่มีผลต่อการปลดปล่อยรวม

ด้านการใช้พลังงานนั้น โพลีโพรพิลีน และโพลีเอสเตอร์ เป็นพลาสติกในกลุ่มที่นิยมนำกลับมาปรับปรุงสมบัติต่าง ๆ ให้ใกล้เคียงกับเม็ดพลาสติกใหม่ และใช้เป็นพลาสติกกรีไซเคิลกันอย่างแพร่หลาย จนมีการกำหนดสัญลักษณ์ให้ผู้ผลิตทำการระบุไว้ที่สินค้า เพื่อให้สามารถนำกลับมารีไซเคิลได้โดยง่าย



ภาพที่ 45 ตัวอย่างสัญลักษณ์การรีไซเคิลพลาสติก โพลีโพรพิลีน และโพลีเอสเตอร์

ดังนั้น พลาสติกทั้งสองชนิดนี้ จึงถือได้ว่าสามารถรีไซเคิลได้ทั้งหมด อีกทั้งหากพลาสติกเหล่านี้ยังมีคุณสมบัติที่ค่อยลงไป ก็สามารถที่จะเติมสารปรับปรุงคุณสมบัติให้ใกล้เคียงพลาสติกใหม่ได้ (Awaja and Pavel 2005:1453)

ส่วนในลอนนั้น ยังมีการนำกลับมารีไซเคิลไม่เป็นที่แพร่หลายนัก แต่ สุกิจ เส็กศิริ และรุ่งอรุณ ออมสุวรรณกุล ได้รายงานว่าการใช้เม็ดในลอนผลิตใหม่ 55% กับเม็ดรีไซเคิลทำจากเศษผ้าเก่าในลอนที่บดแล้ว 35% และสีอีก 10% สามารถนำมาขึ้นรูปฉีดเป็นเส้นด้ายและมี

คุณสมบัติที่ใกล้เคียงกับการใช้เม็ดไนลอนใหม่ จึงตั้งสมมุติฐานว่าไนลอนนั้นสามารถใช้เม็ดรีไซเคิลได้ 35% ของการใช้เม็ดไนลอนทั้งหมด

ดังนั้นการคำนวณจึงตั้งอยู่บนสมมุติฐานที่ว่า โพลีโพลีเอทิลีน และโพลีเอสเตอร์สามารถใช้รีไซเคิลได้ 100% และไนลอนสามารถใช้รีไซเคิลได้ 35%

การคำนวณการใช้รีไซเคิลจากไนลอน

ไนลอนมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วย 5.460888471 Kg,CO₂/Kg

มียอดใช้เม็ดไนลอนใหม่ 611,032 kg/ปี

(จากตารางที่)

หากใช้รีไซเคิล 35% ของเม็ดไนลอนใหม่ก็จะทำให้ เม็ดพลาสติกเหล่านี้ไม่ต้องทำการสังเคราะห์ขึ้นก็ทำให้ลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้

$$= \frac{35}{100} \times 611,032 \text{ Kg/ปี} \times 5.460888471 \text{ KgCO}_2/\text{Kg}$$

$$= 1,199,801 \text{ KgCO}_2/\text{ปี}$$

การคำนวณการใช้รีไซเคิลจากโพลีโพลีเอทิลีนในการผลิตเส้นใยสั้น

โพลีโพลีเอทิลีนมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วย 1.670021051 Kg,CO₂/Kg

มีการใช้เม็ดสังเคราะห์ใหม่ 575,062 + 39,539 = 614,601 Kg

การใช้เม็ดพลาสติกเหล่านี้มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา

$$= 1.670021051 \times 614,601 = 1,026,396 \text{ KgCO}_2/\text{ปี}$$

หากใช้เม็ดรีไซเคิล จะไม่ต้องผลิตเม็ดสังเคราะห์ใหม่เหล่านี้ ก็จะไม่เกิดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศ จึงสามารถลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้

$$= 100\% \times 1,026,396 \text{ KgCO}_2/\text{ปี}$$

$$= 1,026,396 \text{ KgCO}_2/\text{ปี}$$

การคำนวณการใช้รีไซเคิลจากโพลีเอสเตอร์ใยสั้น

โพลีเอสเตอร์มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วย 2.922670465 KgCO₂/Kg

มีการใช้เม็ดสังเคราะห์ใหม่ 299,379 + 8,524 = 307,903 Kg

การใช้เม็ดพลาสติกเหล่านี้มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา

$$= 2.922670465 \text{ Kg,CO}_2/\text{ปี} \times 307,903 \text{ Kg} = 899,899 \text{ KgCO}_2/\text{ปี}$$

หากใช้เม็ดรีไซเคิลจะทำให้ไม่ต้องสังเคราะห์พลาสติกเหล่านี้ใหม่ ก็จะไม่เกิดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศ จำนวน

$$= 100\% \times 899,899 \quad \text{KgCO}_2/\text{ปี}$$

$$= 899,899 \quad \text{KgCO}_2/\text{ปี}$$

การใช้รีไซเคิลจากโพลีโพลีเอทิลีนสายยาว

โพลีโพลีเอทิลีนมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วย 1.670021051 Kg.CO₂/Kg

มีการใช้เม็ดสังเคราะห์ใหม่ 740,730 + 22,735 + 1,446 = 764,917 Kg

การใช้เม็ดพลาสติกเหล่านี้มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา

$$= 1.670021051 \text{ Kg.CO}_2/\text{Kg} \times 764,917 \text{ Kg}$$

$$= 1,277,427 \quad \text{KgCO}_2/\text{ปี}$$

หากใช้เม็ดรีไซเคิลจะทำให้ไม่ต้องสังเคราะห์พลาสติกเหล่านี้ใหม่ ก็จะไม่เกิดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศ จำนวน

$$= 100\% \times 1,277,427 \text{ KgCO}_2/\text{ปี}$$

$$= 1,277,427 \quad \text{KgCO}_2/\text{ปี}$$

ดังนั้นจึงสามารถสรุปศักยภาพได้ดังนี้

ตารางที่ 27 สรุปศักยภาพในการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้รีไซเคิล

ชนิดเส้นใยสังเคราะห์	การปลดปล่อย CO ₂ จากเม็ดพลาสติกใหม่ KgCO ₂ /ปี	สัดส่วนการใช้เม็ดพลาสติก รีไซเคิล	การปลดปล่อย CO ₂ ที่ลดลงได้ KgCO ₂ /ปี
ไนลอน	3,428,002	35%	1,199,801
โพลีโพลีเอทิลีนสายสั้น	1,026,396	100%	1,026,396
โพลีเอสเตอร์ใยสั้น	899,899	100%	899,899
โพลีโพลีเอทิลีนสายยาว	1,277,427	100%	1,277,427
รวม	6,631,724		4,403,523

ภาคผนวก จ
รายชื่อประเทศในพิธีสารเกียวโต

ตารางที่ 28 ประเทศในภาคผนวกที่ 1 ตามอนุสัญญา ฯ การให้สัตยาบันในพิธีสารเกียวโต

ประเทศในภาคผนวกที่ 1 ตามอนุสัญญา ฯ	การให้สัตยาบัน ในพิธีสารเกียวโต
1. ออสเตรเลีย : เครือรัฐออสเตรเลีย (Australia : Commonwealth of Australia)	3/12/2550
2. ออสเตรีย : สาธารณรัฐออสเตรีย (Austria : Republic of Austria)	31/5/2545
3. เบลารุส : สาธารณรัฐเบลารุส* (Belarus : Republic of Belarus*)	26/8/2548
4. เบลเยียม : ราชอาณาจักรเบลเยียม (Belgium : Kingdom of Belgium)	31/5/2545
5. บัลแกเรีย : สาธารณรัฐบัลแกเรีย* (Bulgaria : Republic of Bulgaria*)	15/8/2545
6. แคนาดา (Canada)	17/12/2545
7. โครเอเชีย : สาธารณรัฐโครเอเชีย* (Croatia : Republic of Croatia*)	30/5/2550
8. สาธารณรัฐเช็ก* (Czech Republic*)	15/11/2544
9. เดนมาร์ก : ราชอาณาจักรเดนมาร์ก (Denmark : Kingdom of Denmark)	31/5/2545
10. เอสโตเนีย : สาธารณรัฐเอสโตเนีย* (Estonia : Republic of Estonia*)	14/10/2545
11. ประชาคมเศรษฐกิจยุโรป (European Economic Community)	31/5/2545
12. ฟินแลนด์ : สาธารณรัฐฟินแลนด์ (Finland : Republic of Finland)	31/5/2545
13. ฝรั่งเศส : สาธารณรัฐฝรั่งเศส (France : French Republic)	31/5/2545
14. เยอรมนี : สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี (Germany : Federal Republic of Germany)	31/5/2545
15. กรีซ : สาธารณรัฐเฮลเลนิก (Greece : Hellenic Republic)	31/5/2545
16. ฮังการี : สาธารณรัฐฮังการี* (Hungary : Republic of Hungary*)	21/8/2545
17. ไอซ์แลนด์ : สาธารณรัฐไอซ์แลนด์ (Iceland : Republic of Iceland)	23/5/2545
18. ไอร์แลนด์ (Ireland)	31/5/2545
19. อิตาลี : สาธารณรัฐอิตาลี (Italy : Republic of Italy)	31/5/2545
20. ญี่ปุ่น (Japan)	4/6/2545
21. ลัตเวีย : สาธารณรัฐลัตเวีย* (Latvia : Republic of Latvia*)	5/7/2545
22. ลิกเตนสไตน์ : ราชรัฐลิกเตนสไตน์ (Liechtenstein : Principality of Liechtenstein)	3/12/2547
23. ลิทัวเนีย : สาธารณรัฐลิทัวเนีย (Lithuania : Republic of Lithuania)	3/1/2546
24. ลักเซมเบิร์ก : ราชรัฐลักเซมเบิร์ก (Luxembourg)	31/5/2545

ตารางที่ 28 (ต่อ)

ประเทศในภาคผนวกที่ 1 ตามอนุสัญญา ฯ	การให้สัตยาบัน ในพิธีสารเกียวโต
25. โมนาโก : ราชรัฐโมนาโก (Monaco : Principality of Monaco)	27/5/2549
26. เนเธอร์แลนด์ : ราชอาณาจักรเนเธอร์แลนด์ (Netherlands : Kingdom of the Netherlands)	31/5/2545
27. นิวซีแลนด์ (New Zealand)	19/12/2545
28. นอร์เวย์ : ราชอาณาจักรนอร์เวย์ (Norway : Kingdom of Norway)	30/5/2545
29. โปแลนด์ : สาธารณรัฐโปแลนด์* (Poland : Republic of Poland*)	13/12/2545
30. โปรตุเกส : สาธารณรัฐโปรตุเกส (Portugal : Republic of Portugal)	31/5/2545
31. โรมาเนีย (Romania)*	19/3/2545
32. รัสเซีย : สหพันธรัฐรัสเซีย* (Russia : Russian Federation*)	18/11/2547
33. สโลวาเกีย : สาธารณรัฐสโลวัก* (Slovakia : Republic of Slovak*)	31/5/2545
34. สโลวีเนีย : สาธารณรัฐสโลวีเนีย* (Slovenia : Republic of Slovenia*)	2/8/2545
35. สเปน : ราชอาณาจักรสเปน (Spain : Kingdom of Spain)	31/5/2545
36. สวีเดน : ราชอาณาจักรสวีเดน (Sweden : Kingdom of Sweden)	31/5/2545
37. สวิสเซอร์แลนด์ : สมาพันธรัฐสวิส (Switzerland : Swiss Confederation)	9/7/2546
38. ตุรกี : (Turkey : Republic of Turkey)	ยังไม่ได้ลงนามในพิธีสาร และยังไม่สามารถให้สัตยาบัน
39. ยูเครน (Ukraine)	12/4/2547
40. สหราชอาณาจักร : สหราชอาณาจักรบริเตนใหญ่ และไอร์แลนด์เหนือ (United Kingdom : United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland)	31/5/2545
41. สหรัฐอเมริกา (United States of America)	ลงนามในพิธีสารแล้ว แต่ยังไม่สามารถให้สัตยาบัน

ตารางที่ 29 ประเทศในภาคผนวกที่ 2 ตามอนุสัญญา ฯ การให้สัตยาบันในพิธีสารเกียวโต

ประเทศในภาคผนวกที่ 2 ตามอนุสัญญา ฯ	การให้สัตยาบัน ในพิธีสารเกียวโต
1. ออสเตรเลีย : เครือรัฐออสเตรเลีย (Australia : Commonwealth of Australia)	3/12/2550
2. ออสเตรีย : สาธารณรัฐออสเตรีย (Austria : Republic of Austria)	31/5/2545
3. เบลเยียม : ราชอาณาจักรเบลเยียม (Belgium : Kingdom of Belgium)	31/5/2545
4. แคนาดา (Canada)	17/12/2545
5. เดนมาร์ก : ราชอาณาจักรเดนมาร์ก (Denmark : Kingdom of Denmark)	31/5/2545
6. ประชาคมเศรษฐกิจยุโรป (European Economic Community)	31/5/2545
7. ฟินแลนด์ : สาธารณรัฐฟินแลนด์ (Finland : Republic of Finland)	31/5/2545
8. ฝรั่งเศส : สาธารณรัฐฝรั่งเศส (France : French Republic)	31/5/2545
9. เยอรมนี : สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี (Germany : Federal Republic of Germany)	31/5/2545
10. กรีซ : สาธารณรัฐเฮลเลนิก (Greece : Hellenic Republic)	31/5/2545
11. ไอซ์แลนด์ : สาธารณรัฐไอซ์แลนด์ (Iceland : Republic of Iceland)	23/5/2545
12. ไอร์แลนด์ (Ireland)	31/5/2545
13. อิตาลี : สาธารณรัฐอิตาลี (Italy : Republic of Italy)	31/5/2545
14. ญี่ปุ่น (Japan)	4/6/2545
15. ลักเซมเบิร์ก : ราชรัฐลักเซมเบิร์ก (Luxembourg : Grand Duchy of Luxembourg)	31/5/2545
16. เนเธอร์แลนด์ : ราชอาณาจักรเนเธอร์แลนด์ (Netherlands : Kingdom of the Netherlands)	31/5/2545
17. นิวซีแลนด์ (New Zealand)	19/12/2545
18. นอร์เวย์ : ราชอาณาจักรนอร์เวย์ (Norway : Kingdom of Norway)	30/5/2545
19. โปรตุเกส : สาธารณรัฐโปรตุเกส (Portugal : Republic of Portugal)	31/5/2545
20. สเปน : ราชอาณาจักรสเปน (Spain : Kingdom of Spain)	31/5/2545
21. สวีเดน : ราชอาณาจักรสวีเดน (Sweden : Kingdom of Sweden)	31/5/2545
22. สวิตเซอร์แลนด์ : สมาพันธรัฐสวิส (Switzerland : Swiss Confederation)	9/7/2546

ตารางที่ 29 (ต่อ)

ประเทศในภาคผนวกที่ 2 ตามอนุสัญญา ฯ	การให้สัตยาบัน ในพิธีสารเกียวโต
23. สหราชอาณาจักร : สหราชอาณาจักรบริเตนใหญ่ และไอร์แลนด์เหนือ (United Kingdom : United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland)	31/5/2545
24. สหรัฐอเมริกา (United States of America)	ลงนามในพิธีสาร แล้วแต่ยังไม่ได้ให้ สัตยาบัน

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล

นายวิชัย โภชน์ศรี

ที่อยู่

28/2 หมู่ที่ 3 ตำบลคอนขมิ้น อำเภอกำมะกา
จังหวัดกาญจนบุรี 71120**ประวัติการศึกษา**

พ.ศ. 2540

สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ

พ.ศ. 2550

ศึกษาต่อระดับปริญญาโท สาขาวิชาการจัดการ
งานวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร